

D E U T S C H E R W E T T E R D I E N S T

REGIONALES GUTACHTENBÜRO MÜNCHEN
KLIMA UND UMWELTBERATUNG

A M T L I C H E S G U T A C H T E N

ÜBER DIE WINDMESSUNGEN
IN GERMERING

Deutscher Wetterdienst

München
September 1998

D E U T S C H E R W E T T E R D I E N S T

REGIONALES GUTACHTENBÜRO MÜNCHEN

Amtliches Gutachten
über die Windmessungen
in Germering

Auftraggeber: Stadt Germering

Anzahl der Seiten (gesamt)	:	63
Anzahl der Tabellen	:	4
Anzahl der Abbildungen	:	21

wissenschaftliche Bearbeitung:

Dipl.-Met.G.Hofmann
Regionales Gutachtenbüro München

München, den 07.09.1998



Hofmann
Gerhard Hofmann
Oberregierungsrat

Dieses Gutachten ist urheberrechtlich geschützt; außerhalb der mit dem Auftraggeber vertraglich vereinbarten Nutzungsrechte ist eine Vervielfältigung oder Weitergabe dieses Gutachtens an Dritte sowie die Mitteilung seines Inhaltes, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes gestattet.

EDV-Kennung: 345 82110 08 0998

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Methoden der Klimadarstellung	1
3. Theoretische Grundlagen	4
3.1. Inversionen	4
3.2. Besonderheiten des Stadtklimas	6
4. Langjährige Klimadaten im Raum Germering	9
5. Durchführung der Messungen	11
6. Meßergebnisse	12
6.1. Gesamter Zeitraum	12
6.2. Tageszeitliche Unterschiede	14
6.3. Auswahl von Schönwettertagen	15
6.4. Korrelation der Stationen	17
6.5. Zusammenfassung der Windmessung	18
7. Planungsempfehlung	20
7.1. Klimatische Auswirkungen von Dach- und Fassaden begrünungen sowie von Grünstreifen	20
7.2. Planungshinweise für die zukünftige Entwicklung	23
7.3. Planungshinweise für aktuelle Planungen	28
8. Glossar	33
9. Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen	38

1. Einleitung

Die Stadt Germering plant derzeit die Neuaufstellung des Flächennutzungsplanes. Dabei soll so weit wie möglich auf die klimatischen Gegebenheiten im Stadtgebiet Rücksicht genommen werden, um für die Bewohner die negativen Auswirkungen geplanter Wohn- oder Gewerbegebiete zu minimieren; die klimatischen Gegebenheiten sollen untersucht werden und Grundlage für alle weiteren planerischen Maßnahmen sein.

Das Regionale Gutachtenbüro des Deutschen Wetterdienstes in München wurde daher am 13.02.1997 beauftragt, für die Stadt Germering ein Klimagutachten zu erarbeiten.

2. Methoden der Klimadarstellung

Unter dem Klima eines Ortes, einer Landschaft oder eines Landes wird die Gesamtheit aller meteorologischen Zustände und Vorgänge während eines längeren Zeitraums verstanden. Dieser muß genügend lang sein, um die charakteristischen Gesamteigenschaften des Klimas festzulegen.

Das Klima wird durch die einzelnen Klimaelemente Lufttemperatur, **relative Luftfeuchte** (bei allen **fettgedruckten** Begriffen handelt es sich um Fachbegriffe, die im Glossar am Ende des Gutachtens erläutert werden), Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Niederschlag, Sonnenscheindauer, Bewölkung, **Nebel** u.a.m. geprägt. Zwischen den einzelnen Klimaelementen, die nicht nur voneinander, sondern auch von den natürlichen Klimafaktoren (geographische Breite, Entfernung zum Meer, Bodenart und Bewuchs, Oberflächen-gestalt u.a.m.) und den anthropogenen Faktoren (Dichte der Bebauung und Besiedelung, Abholzungen, Aufforstungen, Schaffung künstlicher Wasserflächen u.a.m.) abhängen, bestehen komplexe Zusammenhänge.

Allein mit Worten läßt sich das Klima eines Ortes nur unvollständig beschreiben. Die in den klimatologischen Meßnetzen des Deutschen Wetterdienstes gewonnenen Meß- und Beobachtungsdaten müssen daher statistisch aufbereitet werden. Erst durch eine entsprechende Datenverdichtung in Form von Mittel- und Extremwerten, Häufigkeits- und Andauerstatistiken erhält man einen anschaulichen Überblick über die lokalen klimatischen Verhältnisse.

Ein jedes Standort- oder Lokalklima ist in das großräumige Klima (Makroklima) eingebettet. Die Eigenschaften des Makroklimas geben dabei Auskunft über die Fragen, in welchem Umfang - unter besonderer Berücksichtigung der landschaftlichen Gegebenheiten wie Relief, Bebauung und Vegetation - mit der Ausbildung eines eigenständigen (autochthonen) Lokalklimas zu rechnen ist.

Das klimatologische Grundnetz umfaßt ca. 600 Stationen für das gesamte Bundesgebiet. Bei der Erforschung und Beschreibung des Klimas einerseits und dessen Berücksichtigung bei der Raumplanung andererseits stößt man häufig auf ein wesentliches Problem: Viele den Planungsraum betreffenden Fragestellungen gehören kleineren meteorologischen Größenordnungen ("Scales") an, als das klimatologische Meßnetz abdeckt.

Fragen des Regional- und Stadtklimas mit den meteorologischen Besonderheiten einer durch Bauwerke geprägten Erdoberfläche gehören dem sogenannten Mesoscale an, dessen charakteristische horizontale Erstreckung bei 10 bis 200 km liegt. Beim Übergang zum einzelnen Stadtteil mit dem Geltungsbereich eines Bebauungsplanes oder bei der Begutachtung eines Standortes befindet man sich im "lokalen Scale", dessen typische Maßstabslängen bei 100 bis 10000 m liegen. Im Bereich des lokalen Scales sind nicht nur der horizontale, sondern auch der vertikale Verlauf der meteorologischen Einflußgrößen von Bedeutung.

Befindet sich in unmittelbarer Nähe des Untersuchungsgebietes keine Klimastation, so wird die Repräsentanz der nächsten benachbarten Stationen für den Standort geprüft.

Wenn die Übertragbarkeit gegeben ist, können die dort gewonnenen Daten zur allgemeinen Klimabeschreibung im Untersuchungsgebiet verwendet werden.

Zur quantitativen Erfassung der lokalen klimatischen Besonderheiten gibt es zum einen die Möglichkeit, ein temporäres Sondermeßnetz einzurichten. Dieses Sondermeßnetz erfaßt in der Regel nur die horizontale Verteilung der Parameter. Ergänzend werden häufig meteorologische Experimente und Untersuchungen durchgeführt, die während ausgewählter, charakteristischer Wetterlagen Informationen - auch über die vertikale Verteilung der Parameter - mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung vermitteln.

Zum anderen gibt es seit neuestem die Möglichkeit, das Klima eines Standortes mittels mathematisch-physikalischer Modelle zu simulieren. Der wesentliche Vorteil der Modellsimulation gegenüber den Messungen liegt in der Möglichkeit, Eingriffe in das System gezielt vornehmen zu können:

Im Modell können ganze Stadtteile aufgebaut, Schadstoffquellen an- oder abgeschaltet und Grün- oder Wasserflächen angelegt oder beseitigt werden, ohne daß diese Eingriffe wirklich vorgenommen werden müssen. Eventuelle negative Folgen können erkannt werden, bevor irreparabler Schaden entstanden ist. Damit wird das Klimamodell zu einer wertvollen Entscheidungshilfe für den Planer.

Die klimatische Beschreibung eines Standortes oder einer Region setzt klimatologische Reihen meteorologischer Meßgrößen über eine klimatologische Zeitspanne voraus.

Günstigstenfalls können dabei längere Reihen einer amtlichen Station des Deutschen Wetterdienstes, möglichst über 30 Jahre, herangezogen werden. Sehr häufig wird man aber auf örtliche Messungen über einen längeren Zeitraum (im allgemeinen mindestens 1 bis 2 Jahre) nicht verzichten können, wenn quantitative Aussagen erwartet werden.

3. Theoretische Grundlagen

3.1 Inversionen

3.1.1 Kaltluftbildung

In wolkenarmen, windschwachen Nächten (**Strahlungsnächten**) kühlt sich die Erdoberfläche durch ihre ungehinderte langwellige **Ausstrahlung** und damit auch die darüberliegende Luftschicht besonders gut ab. Die Menge der erzeugten Kaltluft hängt einerseits von der Jahreszeit (Kaltluftbildung ist im Sommer am ausgeprägtesten) und andererseits von der Landschaftsform und dem Bewuchs bzw. der Bebauung ab. Weide- und Ackerland erweisen sich als gute Kaltluftproduzenten, Waldgebiete als schlechte.

Die oberflächenversiegelten Siedlungs-, Gewerbe- und Industriegebiete leisten keinen Beitrag zur Kaltluftproduktion, im Gegenteil; sie sind wärmer als das Umland.

3.1.2 Inversionseigenschaften

Diese bodennahe Kaltluftschicht in der Atmosphäre nennt man **Bodeninversion**, in der die Temperatur mit zunehmender Höhe zunimmt, im Gegensatz zum Normalverlauf (Temperaturabnahme mit der Höhe).

Diese Temperaturschichtung ist sehr stabil, d.h. der vertikale **Austausch** wird in dieser Situation praktisch ganz unterbunden. Intensität und Dauer der Inversion sind an die orographischen Verhältnisse sowie vor allem an die Wetterlage gebunden. Bevorzugt entstehen Bodeninversionen in Strahlungs Nächten bei **gradientenschwachen** Hochdruckwetterlagen (Strahlungsinversion). Der Aufbau beginnt häufig in den Abend- und Nachtstunden, sie können in der kälteren Jahreshälfte auch tagsüber andauern. Charakteristisch ist die geringe horizontale **Windgeschwindigkeit** in dieser Inversionsschicht.

Über die Höhen von Bodeninversionen lassen sich nur schwer Angaben machen, da sie neben den orographischen Gegebenheiten vor Ort entscheidend davon abhängen, wie lange weitgehend ungestörte Witterungsbedingungen herrschen, die der Entstehung bzw. Verstärkung einer Strahlungsinversion förderlich sind.

Auch der Sonnenstand spielt bei der Andauer und Mächtigkeit eine bedeutende Rolle: Bei niedrigem Sonnenstand und nur kurzen Phasen täglicher **Einstrahlung** können sich z.B. nächtliche Strahlungsinversionen tagsüber nicht mehr auflösen und so über Tage hinweg an Stärke und Höhe zunehmen.

Im Mittel erreichen die Bodeninversionen im Alpenvorland eine Mächtigkeit von 200 - 300 m.

3.1.3 Auswirkungen

Die Ausbreitung von Gasen hängt wesentlich davon ab, ob sich die Emissionsquelle unter- oder oberhalb der Inversionsobergrenze befindet (z.B. bei hohen Schornsteinen oder größeren Höhenunterschieden des Geländes). Bei der genannten mittleren Inversionsmächtigkeit von 200 bis 300 m gelangen alle anthropogenen Emissionen in die Inversionsschicht.

In Südbayern entstehen in rund 60 bis 80% aller Nächte Strahlungsinversionen. Günstigere Bedingungen im Sinne geringerer Häufigkeiten dürften meist nur in windexponierten Lagen, z.B. auf Hochflächen oder Anhöhen, anzutreffen sein. Größere Häufigkeiten zwischen etwa 70 und 95% können in windgeschützten Tälern, Beckenlandschaften oder Mulden erreicht werden.

Zusammenfassend ist eine Inversionswetterlage eine Situation mit geringem vertikalen und horizontalem Austausch, sodaß Emissionen nur wenig verdünnt werden und deshalb mit hoher Konzentration über weite Strecken verfrachtet werden können.

3.2 Besonderheiten des Stadtklimas

Der Begriff des Stadtklimas ist nicht an den politischen Begriff der Stadt gebunden, hingewiesen wird damit auf eine lokale Konzentration von versiegelten Flächen und damit einhergehend auf das Vorhandensein eines veränderten Klimas.

Entsprechend legte die World Meteorological Organization (WMO) im Jahre 1981 folgende Definition für das Stadtklima fest:

*"Das Stadtklima ist das durch die Wechselwirkung mit
der Bebauung und deren Auswirkungen
(einschließlich Abwärme und Emission von
luftverunreinigenden Stoffen)
modifizierte Klima".*

Hauptursachen für die gegenüber dem unbebauten Umland veränderten Klimaverhältnisse im Stadtbereich sind :

- höhere Wärmekapazität und -leitfähigkeit von Gebäuden und versiegeltem Boden
- veränderter Wasserhaushalt
- anthropogene Wärmezeugung vor allem im Winter
- Erhöhung der **Reibung**.

Dadurch werden die klimatologischen Größen folgendermaßen verändert:

- Erhöhung des Tagesmittels der Lufttemperatur
- geringere Luftfeuchte bei verminderter **Verdunstung**
- Zunahme der **Konvektion**
- Abnahme der horizontalen Windgeschwindigkeit

3.2.1 Die städtische Wärmeinsel

Zur Erhöhung des Tagesmittels der Lufttemperatur trägt weniger die stärkere Aufheizung am Tage, sondern vor allem die geringere Abkühlung in den Nachtstunden bei. Ursache ist eine verstärkte Absorption der **langwelligen Strahlung** in der verschmutzten Luft eines Ballungsraumes, hauptsächlich jedoch die Abgabe der untertags in Häusern und Boden gespeicherten Energie an die Atmosphäre. Zudem hat der hohe Versiegelungsgrad im urbanen Bereich einen hohen Oberflächenabfluß zur Folge. Mangelnde Wasserspeicherung im Boden vermindert nicht nur die Verdunstung und die relative Feuchte; die in der Vegetation hohe Abkühlung durch die Verdunstung entfällt weitgehend.

Aufgrund dieser durch viele Untersuchungen belegten Auswirkungen wird deshalb eine Stadt auch als "Wärmeinsel" bezeichnet.

Die Ausdehnung der Wärmeinsel fällt in der Regel mit den bebauten Flächen zusammen, innerhalb einer Stadt nimmt die Temperatur von den Randgebieten zum Zentrum hin zu; ihre Intensität hängt vom Grad der Versiegelung und von den Wetterbedingungen ab, die städtische Wärmeinsel entsteht jedoch prinzipiell bei allen Wetterlagen.

3.2.2 Luftfeuchtigkeit, Wind

Der Wasserdampf gelangt vorwiegend durch Verdunstung von feuchten Oberflächen, insbesondere von Vegetationsflächen und Gewässern, in die Atmosphäre. In einer Stadt, die meist nur einen geringen Grünanteil hat, sollte deshalb die Feuchte grundsätzlich niedriger sein. Der Einfluß der Stadt auf das Feuchtefeld ist jedoch nicht immer klar zu erkennen, da anthropogene Wasserdampfquellen wie Industrie, Hausbrand und Verkehr vorhanden sind.

Die verminderte Windgeschwindigkeit im bodennahen Luftraum zusammen mit einer möglichen Verbauung von Ventilationsbahnen setzt die Durchlüftung stark herab. Besonders im Winter bei stabiler Schichtung der Luft (Inversion) kommt damit der Austausch fast zum Erliegen, die Schadstoffbelastung nimmt stark zu.

3.2.3 Bioklimatischer Aspekt

Kurz- und langwellige Strahlungsflüsse, die im allgemeinen für den Menschen eine Wärmebelastung mit sich bringen, erhöhen auch die Lufttemperatur und führen zum Phänomen "Wärmeinsel".

Gleichzeitig wird die Vielfalt der vom Menschen produzierten Emissionen problematisch, da der verminderte Luftaustausch, natürlich vor allem bei großräumig austauscharmen Wetterlagen, zu einer Anreicherung von Schadstoffen führen kann.

Dies wirkt sich zusammen mit den Klimaveränderungen überwiegend negativ auf das Wohlbefinden und die Gesundheit der in einer Stadt lebenden Menschen aus.

In intensiver Zusammenarbeit von Stadtplanern und Klimatologen können die bestehenden Klimaänderungen der Wärmeinsel Stadt aufgezeigt werden. Auf jeden Fall bei zukünftigen Planungen, aber auch im bestehenden Zustand sollten die negativen Auswirkungen minimiert werden.

4. Langjährige Klimadaten im Raum Germering

In Germering selbst gibt es keine Klimastation; Grundlage für die Beschreibung der langjährigen Klimaverhältnisse bilden deshalb die Werte der nur wenige Kilometer entfernten Station Puch bei Fürstenfeldbruck, beim Niederschlag der Station Gilching. Die Mittelwerte beruhen auf dem Zeitraum 1951 bis 1980.

In der Tabelle 1 sind die Daten der einzelnen Größen zusammengestellt. Bei einer Jahresmitteltemperatur von 7,9 °C ist der wärmste Monat der Juli mit 17,2 °C, am kältesten ist im Mittel der Januar mit -1,7 °C. Die Differenz von 18,9 Kelvin (K) weist darauf hin, daß Germering im Übergangsbereich zwischen dem maritimen und kontinentalen Klimaraum liegt.

Die Zahl der Sommertage (das Maximum des Tages muß mindestens 25 °C erreichen) beträgt gerundet 28, die Zahl der heißen Tage mit dem Höchstwert von mindestens 30 °C nur mehr deren drei.

In den Wintermonaten ist naturgemäß die Zahl der Frosttage (das Minimum muß den Gefrierpunkt unterschreiten) am größten, im Januar sind es z.B. 25. Doch tragen auch noch die Monate April, Mai und September zur Gesamtsumme von 105 Frosttagen bei. Ein Maß für die Winterkälte sind die Eistage, an denen der Tageshöchstwert den Gefrierpunkt nicht erreicht. Ihre Anzahl liegt im Mittel in Germering bei 37.

Die relative Feuchte hat im Mittel 78%, schwankt aber im Tagesgang, abhängig von der Temperatur, sehr stark. Während am Morgen besonders bei Schönwetter die Werte bei 90% oder mehr liegen und sogar in feuchteren Gebieten Nebel auftritt, geht die Feuchte untertags bei Sonnenschein auf Werte unter 50% zurück. In Extremfällen können sogar Werte von 10 bis 20% erreicht werden.

Der Niederschlag (Regen und Schnee) summiert sich im Jahresverlauf auf 938 mm (= 1/m²); der höchste Wert kommt im Juli zustande mit 135 mm. Dafür ist jedoch nicht die Häufigkeit des Niederschlags maßgebend, sondern die Intensität (Zahl der Tage mit Niederschlag von mehr als 10 mm in Tabelle 1). Vor allem bei gewittrigen Regenfällen sind in einer Stunde Regenmengen möglich, die den Monatswerten im Winterhalbjahr entsprechen! In dieser Zeit fällt zwar im Mittel etwas häufiger Niederschlag, bei oft nur geringer Stärke werden lediglich Monatswerte im Mittel von ca. 50 bis 60 mm erreicht.

Gewitter entladen sich im Winter nur selten bei starken Kaltlufteinbrüchen, ihre Häufigkeit und Stärke ist im Sommer naturgemäß deutlich größer. Von den im Mittel 27 Gewittertagen pro Jahr (dabei können sich allerdings am Tag auch mehrere Gewitter entladen) entfallen auf die Monate Mai bis August jeweils 5 bis 6.

Germering liegt in einem Gebiet, in dem Nebel mit im Vergleich zu anderen südbayrischen Regionen eine mittlere Häufigkeit aufweist. Besonders anfällig sind die Herbst- und Wintermonate bei ruhigen Wetterlagen, wobei wegen der nur geringen Sonneneinstrahlung manchmal der Nebel ganztägig anhalten kann.

Die jährliche Sonnenscheindauer erreicht 1724 Stunden; der Juli schneidet mit 235 Stunden am besten ab, von November bis Januar sind es dagegen nur 50 bis 60 Stunden.

5. Durchführung der Messungen

Zur Erfassung der Windverhältnisse wurden in Germering 3 Meßstationen mit elektronisch aufzeichnenden Windmessern (Windrichtung und -geschwindigkeit) aufgebaut. Das Stationsnetz wurde betrieben vom März 1997 bis einschließlich Mai 1998.

Die Auswertung geschieht in Form von Stundenwerten; bei der Richtung wird der häufigste Wert von 5sec- Daten erfaßt, bei der Geschwindigkeit das Mittel aus allen Einzelwerten, im gleichen Abstand gewonnen.

Die Standorte der drei Windmeßgeräte zeigt der Lageplan (Abb.2).

6. Meßergebnisse

6.1 Gesamter Zeitraum

6.1.1 Station 3 (Anwesen Mayer)

Die Abbildung 3 zeigt die Windrose über den gesamten Meßzeitraum von März 1997 bis einschließlich Mai 1998. Am häufigsten weht danach der Wind aus den Sektoren 270 und 240° mit einem Anteil von jeweils 18%, d.h. West bis Südwest (die Einteilung der Windrose in Sektoren sowie die Zuordnung zu den Windrichtungen ist der Abbildung 21 zu entnehmen). Während 11% der Stunden wehte der Wind aus Südsüdwest (Sektor 210°), ein zweites kleineres Maximum findet sich beim Ostwind (90° und 60°) mit 9 bzw. 8% Häufigkeit. Winde aus 300° bis 30° sowie aus 120° haben einen Anteil von

5 - 7%, aus Süd bis Südost kommt der Wind nur selten, beide Sektoren haben nur Werte von 2 oder 3%. Mit gleicher Häufigkeit tritt Windstille auf.

Die mittlere Geschwindigkeit im ganzen Zeitraum betrug 2.5 ms^{-1} .

6.1.2 Station 2 (Feuerwehrhaus)

Die Häufung der Windrichtung aus West bis Südwest ist an dieser Meßstation wesentlich besser ausgeprägt (Abb. 4). Auf die 3 Sektoren 270, 240 und 210° entfällt hier ein Anteil von 59% gegenüber nur 47% an der Vergleichsstation 3. Die Häufigkeit der Sektoren aus Nord bis Ost ist beim Feuerwehrhaus ziemlich gleich bei vergleichsweise niedrigeren Werten. Sehr selten tritt südöstlicher Wind auf, die entsprechenden Sektoren 120 und 150° haben nur einen Anteil von 2%.

Dieses Ergebnis zeigt den Einfluß der Stadt auf die Windverteilung mit einer Abschwächung der Richtungen im Lee des bebauten Gebietes und einem ungestörten Wind aus dem angrenzenden Freiland.

Windstill war es nur während 2% aller Stunden, trotzdem lag das Geschwindigkeitsmittel mit 2.1 ms^{-1} niedriger als an der Station 3. Dies dürfte auf die Gebäude in der Umgebung zurückzuführen sein, während an der Station 3 praktisch keine Hindernisse in der näheren Umgebung vorhanden waren.

6.1.3 Station 1 (Landsberger Straße)

Die Meßstation 1 im Bereich der Straßenkreuzung zeigt im Vergleich zu den beiden anderen Meßstellen eine ganz andere Windverteilung. Die größten Häufigkeiten liegen entsprechend der Ausrichtung der Straßen ziemlich genau bei Ost, Süd und West; der vergleichsweise höhere Anteil der Nordrichtung wird durch die große Häufigkeit der Nordwestrichtung - größer als an den beiden Stationen 2 und 3 - mit 10 und 7% (Sektoren 300 und 330° , Abb. 5) überdeckt. Hier wird der Westwind wahrscheinlich durch lokale Einflüsse auf Nordwest abgelenkt.

Mit der Richtungsverteilung kann zwar die Funktion von breiten Straßen als Durchlüftungsbahn - zumindest auf der Straßenfläche selbst - nachgewiesen werden, die deutliche Windabschwächung in einem Stadtgebiet wird jedoch durch die Meßergebnisse genauso bestätigt: Die mittlere Windgeschwindigkeit liegt bei nur 1.1 ms^{-1} , die Häufigkeit von Windstillen beträgt 30%!

Gerade in windschwachen Situationen ist demnach die Durchlüftung der Innenstadt nicht gewährleistet, zudem ist die Windgeschwindigkeit in den bebauten Gebieten und in Nebenstraßen als noch niedriger anzunehmen.

Selbst die großräumig stärkeren Winden von mehr als 5.4 ms^{-1} setzen sich in der Stadt kaum mehr durch.

6.2 Tageszeitliche Unterschiede

In Abhängigkeit von der herrschenden Großwetterlage können sich im orographisch gegliederten Gelände Windsysteme ausbilden, die tags und nachts unterschiedliche Richtungshäufigkeiten verursachen. Aus diesem Grunde wurden die Meßwerte der einzelnen Stationen in Tag- und Nachtstunden unterteilt, wobei ohne Rücksicht auf die Jahreszeiten gleiche Abschnitte von 7 - 18 Uhr sowie von 19 - 6 Uhr gewählt wurden.

6.2.1 Station 3 (Anwesen Mayer)

Die Gegenüberstellung der Abbildungen 6 und 7 mit der Unterteilung in Tag und Nachtstunden zeigt deutliche Unterschiede. Dominieren untermittags die nördlichen bis östlichen Winde, sind es in der Nacht die südwestlichen Winde. In Zahlen ausgedrückt haben die Sektoren von 300 - 90° einen Anteil von 53%, die Sektoren 210 und 240° nur 17%. In der Nacht kehrt sich das Verhältnis um, aus Nord bis Ost weht der Wind während nur mehr 29% der Stunden, aus südwestlicher Richtung dagegen während 40% der Stunden. Auch West- und Ostwind sind am Tage häufiger (Sektoren 270 und 90°).

Verursacher ist eine Zirkulation zwischen den Alpen und dem Alpenvorland. Sie bewirkt vor allem an Tagen mit viel Sonnenschein eine Strömung zu den Alpen hin, während nachts kühlere Luft von den Bergen in das Vorland hinaus weht. Dieser regionale südliche Wind wird in Germering der Neigung des Geländes von Südwest nach Nordost entsprechend in diese Richtung umgelenkt. Während bei Sonneneinstrahlung der vertikale **Austausch** gut funktioniert, ist er in der Nacht bei häufigen **Inversionswetterlagen** eingeschränkt oder ganz unterbunden. Den nächtlichen Richtungshäufigkeiten ist deshalb besonderes Augenmerk zu widmen.

6.2.2 Station 2 (Feuerwehrhaus)

Die Abbildungen 8 und 9 mit den Stärkewindrosen für Tag und Nacht zeigen ebenfalls deutliche Unterschiede. Der gegenüber dem Südwestwind freie Ortsrand weist zwar auch tagsüber häufig diese Richtung auf (Summe der Sektoren 210 und 240° mit 31%), doch ist ihre Bevorzugung nachts gleichermaßen vorhanden. Der Anteil der genannten Sektoren beträgt hier 57%. Winde aus Nord bis Ost sind zwar untertags häufiger (von 300 bis 90° 43%), treten aber in der Nacht nur während 18% der Stunden auf.

6.2.3 Station 1 (Landsberger Straße)

Ein markanter Unterschied zwischen Tag und Nacht ist an der Landsberger Straße die Zahl der Windstillen, die in der Nacht von 10 auf 50% Anteil zunimmt. Ebenso augenfällig ist die Abnahme der Sektoren 300 und 330° von 25 auf 8% und des Ostwindes von 12 auf 6% (Abb. 10 und 11). Dies deutet einerseits darauf hin, daß die tagsüber sonst häufigen südwestlichen Winde am Standort auf Nordwest abgelenkt werden, daß sie aber in der Nacht gar nicht mehr so weit in das Innere der Stadt Germering eindringen können; die Zahl der Windstillen nimmt offensichtlich hauptsächlich auf Kosten der Südwestwinde zu.

Die Tagesperiodik der Windrichtung ist auch an der Abnahme der Winde aus Nord bis Ost zu erkennen, deren Summe (Sektoren 360 bis 90°) am Tage 28%, in der Nacht nur mehr 9% beträgt.

6.3 Auswahl von Schönwettertagen

Noch besser treten die im vorigen Kapitel dargestellten Windverhältnisse während einer ausgeprägten Schönwetterlage mit viel Sonne und wolkenarmen Nächten hervor.

Eine Auswahl dieser Tage aus dem Meßzeitraum zeigt zum einen die dabei häufigen östlichen Winde, nur selten Westwind und zum anderen niedrigere Geschwindigkeitsmittel und mehr Windstillen (Abb. 12 - 14 im Vergleich zu Abb. 3 - 5).

Der Tagesgang der Windrichtung läßt sich wieder am besten durch die Aufteilung wie oben darstellen. Die Abbildungen 15 und 16 enthält die Windrosen für den Tag (7 - 18 Uhr) und für die Nacht (19 - 6 Uhr) an der Station 3. So erreichen beispielsweise die Sektoren 330 - 60° nachts eine Häufigkeit von 18%, am Tage dagegen von 48%. Umgekehrt verhalten sich südwestliche Winde (Sektoren 210 und 240°) mit 38% nachts und 8% am Tage.

An der Station Feuerwehr (Abb. 17 und 18) lauten die Zahlen, die gleichen Sektoren zugrundegelegt: Richtung Nord bis Ost nachts 16%, tags 56%, Richtung Südwest nachts 65%, am Tage nur 19%.

In der Stadt selbst fällt die Abnahme des Windes während der Nacht auf. Bei schönen Hochdrucklagen weht ohnehin meist nur schwacher Wind; an den Stationen 2 und 3 liegt das Mittel der Geschwindigkeit immerhin noch bei 1.1 ms^{-1} (Nacht), an der Station 1 (Landsberger Straße) aber nur mehr bei 0.4 ms^{-1} . Hier wird selbst am Tage nur mehr ein Mittel von 1.4 ms^{-1} erreicht (Abb. 19 und 20). Der Anteil der Windstillen steigt dabei auf 76% der Stunden!

An den beiden anderen Stationen sind es nachts nicht mehr als 5 bzw. 10%; dabei ist der südwestliche Stadtrand natürlich begünstigt (5% Windstille) gegenüber dem Nordosten im Lee der nächtlichen Strömung (10% Windstille).

6.4 Korrelation der Stationen

6.4.1 Vergleich Stationen 2 und 3

Der paarweise Vergleich der Stundenwerte der Windrichtung gibt Aufschluß über die lokalen Ablenkungen. Die Tabelle 2 mit den Korrelationen der Stationen 2 und 3 ist folgendermaßen zu lesen: Die Richtung 270° an der Station 3 ("27" in Spalte 1) ist am häufigsten mit der Richtung 260° ("26" in Zeile 1) an der Station 2 verbunden (Häufigkeit: 36 Promille), weniger häufig mit der Richtung 250°, aber auch noch mit 220 bis 240°. Dies bedeutet, daß bei westlichem Wind an der Station 3 gleichzeitig eher südwestlicher Wind beim Feuerwehrhaus weht.

Eine ähnlich geringe Abweichung ergibt sich bei Nordost- und Ostwind (50 - 100°) an der Station 3, da gleichzeitig der Wind beim Feuerwehrhaus aus 30 - 80° kommt. Diese Drehung der Richtung hängt sicher mit der etwa Südwest-Nordost-orientierten Freifläche neben dem Feuerwehrgelände sowie der parallel laufenden S-Bahnschneise zusammen. Die Windmessung beim Anwesen Mayer ist dagegen von bebauten Flächen unbeeinflusst.

Im übrigen fällt auf, daß, vermutlich bei sehr schwachen Winden, die Richtungen einer Station häufig mit ganz anderen Richtungen bei der Vergleichsstation verbunden sind.

6.4.2 Vergleich Stationen 1 und 2

Zunächst erkennt man aus der Tabelle 3 entsprechend den Abbildungen die Konzentration der Richtungen der Station 1 auf den Verlauf der Straßenzüge: die größten Häufigkeiten liegen in den Spalten 9, 10 und 11 (entsprechend 90, 100 und 110° = Ostwind), 17 bis 19 (Südwind) und um die Richtung West (Spalte 26 bis 28).

Die Kanalisierung der Strömung zeigt sich darin, daß die Richtung Ost an der Station 2 auf die Sektoren 40 bis 110° verteilt ist. Ähnlich ist die Situation bei der Südrichtung; an der Station 2 weht dabei der Wind aus 180 bis 240°. Umgekehrt stellt sich die Situation bei den West- bis Südwestwinden dar. Sie sind relativ konzentriert bei Station 2 auf die Richtungen 230 bis 260°, während diese an der Station bis hin zur Richtung 310° abgelenkt werden. Besonders augenfällig ist dies bei den Richtungen 250 und 260° am Feuerwehrhaus, die an der Landsberger Straße dann um 20 bis 30° nach Nordwesten verschoben sind. Damit weichen die häufigsten Wertepaare weit von der diagonalen Linie ab, die den Bereich mit übereinstimmender Richtung kennzeichnet.

6.4.3 Vergleich Stationen 1 und 3

Die Auswertung der Wertepaare der beiden Stationen führt zu ähnlichen Ergebnissen wie der Vergleich der Stationen 1 und 2. Allerdings sind die Abweichungen nicht ganz so groß, sie erreichen im Schnitt nur etwa 20°.

6.5 Zusammenfassung der Windmessung

Im Meßzeitraum von März 1997 bis Mai 1998 wurden an der frei gelegenen Station beim Anwesen Mayer 2.5 ms^{-1} im Mittel gemessen. Damit entspricht das Ergebnis des Meßzeitraums dem langjährig zu erwartenden Mittelwert im Großraum München.

Am südwestlichen Rand der Stadt ist der Mittelwert bereits etwas niedriger, da hier die oftmals stärkeren Nordost- und Ostwinde durch die Stadt selbst abgeschwächt werden. Am niedrigsten ist die Windgeschwindigkeit im Inneren der Stadt; Winde mit mehr als 5.4 ms^{-1} gibt es kaum mehr, es ist während 30% aller Jahresstunden windstill.

Der Raum Germering profitiert durch seine Nähe zu den Alpen von einem ausgeprägten Windsystem zwischen den Bergen und dem Alpenvorland. Während der sonst windschwachen oder sogar windstillen Strahlungsächte sorgt diese Zirkulation für einen zumindest geringen Luftaustausch. In erster Linie ist dadurch der südwestliche und westliche Stadtrand begünstigt, im Stadttinneren ist vor allem bei Schönwetterlagen von dieser schwachen Strömung kaum mehr etwas zu verspüren. Hier lag im Meßzeitraum die Zahl der Windstillen bei 76%.

Auch untertags bei hohen Lufttemperaturen in sommerlichen Hochdruckwetterlagen ist es häufig windschwach oder windstill. Bei gleichzeitiger kräftiger Einstrahlung und Erwärmung der versiegelten Oberflächen entsteht oft eine unangenehme Wärmebelastung im Bebauten Bereich.

Gerade bei länger anhaltenden Hochdrucklagen im Herbst und Winter mit Nebel oder Hochnebel und einer ständigen Anreicherung der anthropogenen Emissionen ist eine ausreichende Durchlüftung für die in der Stadt wohnenden Bürger ein wichtiger Beitrag zur Wohnqualität. Im folgenden Kapitel wird deshalb dargestellt, welche Möglichkeiten bestehen, bei den vorgesehenen Nutzungsänderungen durch detaillierte Planung die negativen Veränderungen so gering wie möglich zu halten, in bestehenden Baugebieten sogar eine Verbesserung zu bewirken.

7. Planungsempfehlungen

7.1 Klimatische Auswirkungen von Dach- und Fassadenbegrünungen sowie von Grünzügen

In einer Stadt, die unter rein meteorologischen Gesichtspunkten geplant würde, hätten Grünflächen und Grünzüge absolut vorrangige Bedeutung. Der Anlage und Konfiguration der Grünstrukturen hätten sich Gebäudegeometrien, Geschoßflächenzahlen und Verkehrswege unterzuordnen.

Die Bebauung unserer Landschaft hat insbesondere in den Ballungsräumen zu einer nachhaltigen Beeinflussung des lokalen Klimas geführt. Die Gründe für das Entstehen des allgemein ungünstigeren Stadtklimas und die daraus folgenden Belastungen für den menschlichen Organismus wurden bereits im Kapitel 3.3 erläutert.

Die Oberflächenversiegelung nimmt vor allem an den Stadträndern noch weiter zu. Ohne Gegenmaßnahmen droht eine weitere lokale Klimaverschlechterung. Deshalb ist die Schaffung neuer Grünflächen dringend erforderlich.

Innerhalb gewachsener Strukturen der Städte ist die Neuanlage größerer zusammenhängender Parkflächen kaum durchzusetzen, die Bepflanzung kleiner Flächen hat jedoch in ihrer Summe ebenfalls positive Auswirkungen. Eine Möglichkeit ist die Begrünung von Dächern und Fassaden.

Klimarelevant sind vor allem die Intensivbegrünung von Dächern mit Stauden und anspruchsvollen Gräsern und geschlossener Begrünung von Fassaden. Die Dachflächen haben aus klimatologischer Sicht dann ähnliche Eigenschaften wie Gartenanlagen mit Bodenanschluß. Extensivbegrünungen mit anspruchslosen Pflanzen oder kurzer Rasen zeigen hingegen einen geringeren klimatischen Nutzen, gerade an heißen Tagen mit hoher Wärmebelastung für den Menschen.

Die in einer Stadt veränderten Klimaparameter werden durch Dach- und Fassadenbegrünung folgendermaßen beeinflusst:

Temperatur

Die Überhitzung der Städte ist vor allem oberhalb eines Versiegelungsgrades von etwa 60% spürbar, rasch zunehmend bei Annäherung an die 100%. Begrünte Dächer und Fassaden, vor allem die nach Süden und Südwesten ausgerichteten, tragen wie andere bepflanzte Flächen dazu bei, den Wärmeüberschuß abzubauen. Anzustreben ist nach den oben genannten Zahlen ein Anteil von etwa 40% der versiegelten Fläche.

Die geringen Lufttemperaturen in Pflanzenbeständen werden durch die ständige Verdunstung von Wasser erzeugt. Bei der Verdunstung von einem Liter Wasser wird soviel Energie verbraucht, daß 400 m³ Luft um 5 Grad abkühlen können. Der Kühleffekt ist am größten an heißen und trockenen Tagen, dann verdunstet aus einer Intensivbegrünung 1 l Wasser pro Quadratmeter bereits in 2 - 3 Stunden.

Die Begrünung schützt im Sommer vor der Aufheizung der Dächer und Wände, die Innenräume bleiben spürbar kühler, Schlafbeschwerden durch Hitzestau in windschwachen Sommernächten werden gelindert.

Optische Strahlungseinwirkung

An hellen Kiesdächern oder Wänden wird etwa 35 bis 40% der einfallenden Sonnenstrahlung reflektiert. Dies kann sich auf das menschliche Auge unangenehm auswirken, hauptsächlich bei bewölkungsbedingten, kurzzeitigen Helligkeitsschwankungen. Grünflächen reflektieren nur ca. 15% der einfallenden Strahlung und dämpfen damit die Helligkeitsspitzen.

Niederschläge

Bei begrünten Dächern fließen im Jahresmittel höchstens 30% des Regenwassers ab, und das auch nur sehr langsam. Das gespeicherte Wasser wird in Trockenzeiten verdunstet und kühlt die Luft. Die Versorgung der Dachbegrünung mit Niederschlag ist meist ausreichend, Trockenperioden von mehr als 10 Tagen gibt es in Mitteleuropa selten.

Luftreinigung

Pflanzen können Schadstoffe aus der Luft filtern. Neben gasförmigen Partikeln wie Schwefeldioxid wird vor allem Staub aus der Luft gebunden. So kann 1 m² des Graspolsters auf einem Dach etwa 0.2 - 0.5 kg Staub pro Jahr aus der Luft absorbieren.

Die Selbstreinigungskraft der Stadtluft ist ohne Vegetation nur sehr gering. Eine Stadt ist deshalb auf die Zufuhr möglichst unbelasteter Luft aus der Umgebung angewiesen, bei windschwachen Lagen mit ungenügender Durchlüftung können begrünte Dächer und Fassaden in der Stadt selbst die Belastung vermindern.

Saubere und frische Luft sollte möglichst nahe an das Stadtzentrum herangeführt werden, deshalb ist bei Neubauten in den Vororten anzustreben, die hier verlorengegangenen Grünflächen durch Dach- und Fassadenbegrünung vollständig zurückzugewinnen. Eine Verbesserung der Luftqualität in der Innenstadt kann natürlich vor allem durch Begrünungsmaßnahmen in den dicht bebauten Gebieten selbst erreicht werden; entsprechende Auflagen sollten bei Neu- oder Umbauten in Betracht gezogen werden.

Wirkung von Grünflächen

Grünflächen entwickeln erst ab einer Fläche von ca. 1 Hektar ein Eigenklima, das dem ungünstigen Stadtklima entgegenwirkt. Dabei sollte die kürzere Seite der Fläche mindestens 50 m lang sein, eine etwa rechteckige Form zugrundegelegt. Eingeschränkt wird die Ausgleichswirkung durch umliegende dichte Bebauung, es kann daher nur von einem günstigen Bestandsklima in Form eines kühlen Bereichs innerhalb eines sonst stark versiegelten Gebiet ausgegangen werden. Begünstigt durch die lokale Klimaverbesserung ist nur das direkt angrenzende Wohnumfeld. In der Gesamtwirkung sind mehrere kleinere Grünflächen mit der notwendigen Ausdehnung günstiger als eine große zusammenhängende Grünfläche.

Die Gunstwirkung der Grünflächen nimmt mit ihrer Ausdehnung zu, eine Vernetzung auch unter Einbeziehung der Dach- und Fassadenbegrünung ist anzustreben.

Je nach Ausdehnung und Orientierung von Grünzügen können sie als Ventilationsbahn für eine Stadt dienen. Ihre Wirkung hängt von der Breite, der Rauigkeit und bei reinen Kaltluftflüssen von der Neigung des Geländes ab.

7.2 Planungshinweise für die zukünftige Entwicklung

7.2.1 Allgemeine Zielsetzung

Ziel einer klimaökologisch orientierten Stadtplanung ist es, die Situation im lufthygienisch belasteten Bereichen zu verbessern und Gebiete mit positiver Ausgleichsfunktion zu erhalten oder sogar zu erweitern. Aufgrund der häufigeren windschwachen Phasen in Germering ist die Berücksichtigung klimatologischer Aspekte in allen Planungen erforderlich.

Die übergeordneten Ziele sind hierbei:

Förderung des Luftaustauschs

Jedes Planungsobjekt kann abhängig von seiner Größe und Lage vor Ort oder auch in weiterer Entfernung vom Standort eine Reduzierung der ohnehin eingeschränkten Durchlüftung verursachen. Umgekehrt können ungünstige Situationen durch eine sorgfältige Planung vermieden oder verbessert werden.

Verminderung der Überwärmung

Hierzu zählt die bereits ausführlich besprochene Däch- und Fassadenbegrünung, eine Verminderung der verfügbaren Energien kann auch durch die Verwendung gering wärmeleitfähiger Baumaterialien erreicht werden.

Verminderung der Immissionsbelastung

Eine tatsächliche Reduzierung der Immissionen kann durch Auflagen für Gewerbe und Industrie erfolgen, durch gezielte Verkehrsplanung können zumindest an kritischen Punkten die Emissionen lokal vermindert und in Räume verlagert werden, deren Austauschbedingungen deutlich besser sind.

7.2.2 Planungshinweise für bebaute Gebiete

Innenstadt

Die eigentlichen stadtklimatologischen Problemzonen konzentrieren sich in erster Linie auf die Bereiche mit hohem Versiegelungsgrad und überdurchschnittlicher Bebauungsdichte.

In Germering gibt es im Stadtbereich einige allerdings kleinflächige Gebiete mit hohem Versiegelungsgrad. Um den negativ wirkenden Faktoren der geringen nächtlichen Abkühlung, der Überwärmung an schönen Tagen und dem verringerten Austausch entgegenzuwirken, wird grundsätzlich empfohlen, den Durchgrünungsgrad zu fördern. Im Vordergrund sollte dabei die Vernetzung der Grünflächen stehen, die neben der bereits genannten Begrünung von Dächern und Wänden die Entsiegelung von Innenhöfen und deren Bepflanzung sowie von Verkehrsflächen einbezieht.

Bei allen Neu- und Umbauten in den Zonen mit ausgeprägtem Wärmeinseleffekt sollten vor allem für besonnte Oberflächen ausschließlich Materialien mit geringer Wärmeleitfähigkeit Verwendung finden.

Größere Gebäude sollen entsprechend der Windverteilung mit ihrer Längsachse parallel zum Talverlauf geplant werden (siehe Empfehlungen im Kap. 7.3).

In breiteren Straßen trägt die Pflanzung von hochstämmigen Bäumen an der am meisten strahlungsexponierten Seite zur Verminderung der Aufheizung bei, da Wände und versiegelte Bodenflächen sich kaum mehr aufheizen. Bei Laubbäumen wird die im Winter erwünschte Sonneneinstrahlung kaum abgeschwächt. Die Durchlüftung wird in Bodennähe durch diese Maßnahme unwesentlich vermindert, je nach Verlauf von schmälere Straßen muß Dichte und Höhe der Bepflanzung den gegebenen Verhältnissen angepaßt werden: in schmalen Straßen sind kleinkronige Bäume zu bevorzugen, in breiten Straßen können großkronige gepflanzt werden.

Stadttrandbereiche

Damit sind in erster Linie die Flächen gemeint, die sich unmittelbar an den thermischen Belastungsraum anschließen und den Übergangsbereich zu den wenig oder gar nicht mehr versiegelten Zonen bilden. Zur Verminderung der Stadtklimaeffekte gelten grundsätzlich alle für den Innenstadtbereich dargestellten Empfehlungen.

Bei der Neuanlage von größeren Wohngebieten haben sich die Straßen in ihrem Verlauf an den Hauptwindrichtungen zu orientieren. Wenn möglich, ist zur bestehenden Bebauung als Trennung eine Grünfläche einzuplanen.

Die Höhe der einzelnen Gebäude sollte im Mittel nicht diejenige der benachbarten Bebauung überschreiten, damit hier die Windgeschwindigkeit nicht zu stark abgebremst wird.

Industrie- und Gewerbeflächen

Ein entscheidender Schritt zur Herabsetzung des Versiegelungsgrades wäre, bei Parkplätzen und Höfen auf geschlossenen Asphalt zugunsten wassergebundener Wegedecken so weit wie möglich zu verzichten. Damit erhöht sich nicht nur die Luftfeuchte, als Folge der stärkeren Verdunstung wird die Überwärmung vermindert. Die Aufheizung dieser oft großparzelligen Areale läßt sich weiter reduzieren durch das Anpflanzen hochstämmiger Bäume mit großem Kronendach. Diese Maßnahmen tragen gleichzeitig zur Emissionsminderung bei.

Innerhalb des Gewerbegebietes ist eine Gliederung der einzelnen Grundstücke mit Grünstreifen anzustreben als zusätzliche Emissions- und Staubfilter. Zur Abgrenzung gegenüber den benachbarten Wohngebieten ist jede Möglichkeit zu nutzen, Randbepflanzungen anzulegen bzw. bestehende zu erweitern.

Dabei sind jedoch die Windverhältnisse zu berücksichtigen; konkrete Empfehlungen ebenfalls in Kap. 7.3.

Entsprechend der Mindestbreite einer klimatisch wirksamen Fläche sollten die Randbepflanzungen ebenfalls ca. 50 m breit sein. Wichtig ist eine große Blattoberfläche der Vegetation, die Filterwirkung steigt damit an.

Verkehrsflächen

Die bereits erwähnte bioklimatisch günstige Abschattung von Straßen durch Bäume gilt umsomehr für oft großflächige Parkplätze. Dabei wird auch der unangenehme Hitzestau im Inneren der Fahrzeuge bei voller Sonneneinstrahlung vermindert. Eine weitere Alternative ist, ebenerdige Parkplätze durch Tiefgaragen zu ersetzen und deren Oberfläche zu begrünen.

In Straßen, die quer zur Hauptwindrichtung verlaufen und auch sonst nicht für die Durchlüftung wichtig sind, empfehlen sich stufig aufgebaute Grünstrukturen (Kraut-, Strauch- und Baumschicht).

Schwieriger ist die Emissionssituation, da eine reine Verlagerung der Verkehrsströme nur in wenigen Fällen eine Lösung sein kann. Aus bioklimatischer Sicht wäre die Verminderung der Verkehrsbelastung in der schon thermisch stark belasteten Innenstadt natürlich wünschenswert, um die Schadstoffkonzentration deutlich zu senken. Dafür würden jedoch andere Wohnbereiche stärker betroffen.

Grünflächen

Aus den Empfehlungen für die bebauten Gebiete ist abzulesen, daß die Vegetation in jedem Fall einen wichtigen Beitrag zu einem angenehmen Wohnumfeld liefert. Die vorhandenen öffentlichen Grünflächen sind deshalb ohne Einschränkung in ihrem Bestand zu schützen.

In Nachbarschaft zu Wohnbebauung kann durch vorwiegend niedrig wachsende Vegetation und nur lockerem Baumbestand am Rande der Grünanlage der Luftaustausch gefördert werden, angrenzend an vielbefahrene Verkehrswege steht allerdings der Immissionsschutz im Vordergrund, weshalb eine verdichtete und abgestufte Bepflanzung erforderlich ist.

7.3 Planungshinweise für aktuelle Planungen

7.3.1 Gelände östlich des Feuerwehrhauses

Im Gelände ist entlang der S- Bahntrasse die Ansiedlung von Gewerbe, auf der übrigen Fläche Wohnbebauung vorgesehen. Aus den Windmessungen ergibt sich die Bedeutung der hindernisfreien S- Bahntrasse in Verbindung mit der Landsberger Straße; sie ermöglicht das Eindringen des schwachen nächtlichen Südwestwindes in das Stadtzentrum. Die Überplanung des Gebietes ist deshalb darauf auszurichten, diese Funktion zu erhalten. Nach MAYER und MATZARAKIS (1990) sind als Breite einer Ventilationsbahn etwa 50 m anzustreben.

Damit ist der Abstand des Gewerbegebietes zur S- Bahn vorgegeben.

Die grundsätzliche Orientierung des Bereiches mit der Längsachse entlang der S- Bahn ist günstig; eine notwendige Abgrenzung der Fläche zu den Wohngebieten durch Grüngürtel kann parallel zur Hauptwindrichtung erfolgen, die Bepflanzung ist deshalb in der Höhe nicht beschränkt. Da die Stadt beim häufigen Südwestwind im Lee des neu geplanten Gewerbegebietes liegt, ist unbedingt darauf zu achten, daß nur Betriebe mit möglichst geringen Emissionen angesiedelt werden.

Zur Durchlüftung des Planungsraumes selbst sind sowohl die Erschließungsstraßen als auch größere Baukörper am Verlauf der Bahntrasse auszurichten. Bei der Begrünung der dazwischenliegenden Freiräume sollte auf dichte und hohe Bäume verzichtet werden, um die Luftströmung möglichst wenig zu behindern; die Breite der Flächen kann sich nach den planerischen Erfordernissen richten.

Hinsichtlich der Energiegewinnung aus Solaranlagen auf den Dachflächen erscheint zunächst die Firstrichtung von Südwest nach Nordost ungünstig. Berücksichtigt man jedoch die Tatsache, daß am Nachmittag im Sommerhalbjahr, das den größten Energiegewinn verspricht, häufig Quellwolken oder sogar Gewitter die Sonne verdecken, bietet der Vormittag oft deutlich mehr an Sonnenschein. Die Orientierung der Dachflächen mehr nach Südost ist deshalb kein Nachteil.

7.3.2 Gelände zwischen B 2 und Ortsrand

Die Windmessungen zeigen, daß im Norden der Stadt die bei austauscharmen Wetterlagen wichtigen südwestlichen, jedoch schwachen Winde durch die bremsende Wirkung der Stadt nicht mehr in dem Maße durchgreifen wie im Luv der Stadt, auch die Zahl der Windstillen liegt bereits bei ca. 10%. Der Meßstandort "Mayerhof" liegt zudem derzeit außerhalb der Stadt sehr frei, die Flächen im Süden und Westen jedoch, unmittelbar an die bestehende Bebauung angrenzend, sind gegen diese günstige Luftströmung weit mehr abgeschirmt. Eine Bebauung dieser Flächen, ganz gleich in welcher Form, wird den Einfluß der Südwestwinde auf ein Minimum reduzieren, vergleichbar den Werten in der Stadtmitte. Um die bestmögliche Durchlüftung zu gewährleisten, sind bei der Planung die ebenfalls in der Nacht noch relativ häufigen östlichen Winde zu berücksichtigen (s. Abb. 16).

Damit ist die Frage der Erschließung des Gewerbegebietes bereits beantwortet; sowohl die zuführenden Straßen als auch die kleineren innerhalb des Bereiches sollten in west- östlicher Richtung verlaufen.

Höhere und längere Gebäude müssen sich mit der Firstrichtung gleichfalls an diese Vorgaben halten, um den östlichen Winden nur geringen Widerstand entgegenzusetzen.

Prinzipiell ist natürlich die vollständige Eingrünung eines Gewerbegebietes zum Schutz der Umgebung vor Lärm und anderen Emissionen wünschenswert. Zur Aufrechterhaltung einer ausreichenden Durchlüftung sind dagegen manche Einschränkungen notwendig. Die Abgrenzungen am Südrand des Gewerbegebietes und auch zur B 2 hin als breiten, dicht bepflanzten Grüngürtel vorzusehen, sind für die östlichen Schwachwinde kein Hindernis. Eine gleichermaßen dichte Bepflanzung am Westrand der Gewerbeflächen bedeutet jedoch für die angrenzenden Gebiete eine fast vollständige Abschirmung.

Aus klimatischer Sicht wird deshalb folgende Bepflanzung vorgeschlagen:

1. Im Südteil des Gewerbegebietes sollte die dichte und hohe Bepflanzung an der Westgrenze in Verlängerung der Erschließungsstraßen im Gewerbegebiet unterbrochen werden, damit der Ostwind durch diese Lücken auch die weiter westlich liegenden Wohngebiete erreichen kann. Für diesen Teil des Gewerbegebietes sind demnach nur emissionsarme Betriebe zuzulassen, entsprechend der dargestellten positiven Auswirkungen von Grünflächen sind die versiegelten Flächen so gering wie möglich zu halten, bei größeren Gebäuden sind Dach- oder Fassadenbegrünungen anzustreben.

2. Im Nordteil der Gewerbefläche kann der trennende Grüngürtel aus klimatischer Sicht entfallen, zumindest sollten nur eine niedrige Bepflanzung vorgesehen werden. Dafür sollte der schmälere Westteil des Geländes im Süden von einer nahezu west-ostgerichteten dichten Bepflanzung abgeschirmt werden, dafür der Grüngürtel am Nordrand weiter nach Norden verschoben entlang der B 2 vorgesehen werden.

Damit wäre die Durchlüftung des Gewerbegebietes selbst gesichert, die anfallenden Emissionen werden nach Westen abtransportiert, ohne Wohnbebauung zu berühren. Auch angesichts der ohnehin häufigen West- bis Südwestwinde und der seltenen nördlichen Winde könnte im Nordteil der geplanten Fläche damit Gewerbe mit stärkeren Emissionen ohne Nachteile für die Stadt Germering angesiedelt werden.

7.3.3 Freigelände nördlich des Schwimmbades

Durch die Erschließung der Gebiete am nördlichen Stadtrand rückt das Freigelände mehr in den Innenstadtbereich; seine bioklimatisch günstige Wirkung als Grünfläche im sonst bebauten Gebiet nimmt dadurch weiter zu. Aus klimatischer Sicht ist deshalb der Erhalt als Grünfläche wünschenswert, einer Teilbebauung mit Verbleib der mindestwirksamen Fläche von 1 ha könnte jedoch ebenfalls zugestimmt werden.

7.3.4 Verkehrswege

Die endgültige Planung der Verkehrswege, vor allem des Verlaufs der B 2, ist noch nicht konkret. Grundsätzlich ist jedoch aus klimatischer Sicht eine möglichst ebenerdige Verkehrsführung anzustreben.

Eine Dammlage beeinflusst zwar nicht die bodennahen Schwachwinde, da als Abgrenzung und Emissionsschutz ohnehin eine dichte Bepflanzung notwendig ist. Eine Höherlegung der Fahrbahn durch Dämme oder sogar Brückenbauwerke führt aber zu Emissionen und damit Belastungen in höheren Luftschichten; die Ausbreitung kann dann durch Bepflanzung nur mehr wenig gesteuert werden.

Im Inneren der Stadt ist bei austauscharmen Wetterlagen die Durchlüftung auch entlang der breiteren Straßenzüge oder der S-Bahntrasse nur mehr stark eingeschränkt wirksam, wie die hohe Zahl der Windstillen zeigt. Die Baumkronen sollten jedoch nicht die ganze Straßenbreite einnehmen, bei schmälere Straßen könnte auch nur die Nordseite zur Abschattung des Fußgängerbereiches bepflanzt werden. Bei ganz geschlossenem Kronendach besteht sonst die Gefahr, daß auch bei stärkerem Wind am Tage die Durchlüftung gar nicht mehr funktioniert, da wie oben dargestellt, die breite einer Ventilationsbahn 50 m betragen sollte.

8. Glossar

Amplitude

Die Bezeichnung kommt aus dem Lateinischen, "amplitudo" heißt Größe oder Weite. In der Meteorologie werden damit Differenzen zwischen höchstem und niedrigstem Temperaturwert innerhalb eines bestimmten Zeitraumes bezeichnet. Die Tagesamplitude ergibt sich z.B. aus der Differenz zwischen dem täglichen Maximum und Minimum, die Jahresamplitude aus der Differenz des wärmsten und kältesten Monatsmittels.

Ausstrahlung

Die Erdoberfläche gibt ihre Energie in Form von vorwiegend langwelliger Ausstrahlung ab. Durch hohe Luftfeuchte und Wolken wird die Ausstrahlung vermindert (Gegenstrahlung), in klaren Nächten strahlt die Oberfläche weitgehend ungehindert aus.

Austauscharme Wetterlage

Zustand der bodennahen Atmosphäre, bei dem der Austausch in der Vertikalen durch eine Inversion, horizontal durch Schwachwind stark eingeschränkt ist. Dieser Zustand muß über einen Zeitraum von 12 Stunden in der Vergangenheit und 24 Stunden in der Zukunft anhalten. Die Wetterlage entsteht vor allem im Bereich von Hochdruckgebieten im Herbst und Winter, oft verbunden mit Nebel und Hochnebel.

Gradient

Der Gradient ist ein Vektor, der die Änderung einer skalaren Größe (Temperatur, Druck etc.) in horizontaler und vertikaler Richtung beschreibt.

Inversion

Eine Inversion ist eine Schicht in der Atmosphäre, in der die Temperatur mit zunehmender Höhe ebenfalls zunimmt, im Gegensatz zum Normalverlauf (Temperaturabnahme mit der Höhe). Intensität und Dauer der Inversion sind an die orographischen Verhältnisse sowie vor allem an die Wetterlage gebunden. Bevorzugt entstehen Inversionen in Strahlungsnächten bei gradientschwachen Lagen (Strahlungsinversion).

Kelvin

Bezeichnung für eine Temperaturskala, die beim absoluten Nullpunkt (-273.15 °C) beginnt.

Einheitszeichen: K

Umrechnung von K in °C:

$$T \text{ (K)} = t \text{ (}^\circ\text{C)} + 273.15$$

Konvektion

Dieser Begriff umfaßt alle vertikalen Luftbewegungen in der Atmosphäre, die durch Erwärmung der Erdoberfläche und der bodennahen Luftschicht infolge Sonneneinstrahlung ausgelöst werden. Warme Luft steigt auf, gleichzeitig sinkt daneben kühlere Luft ab. Als Konvektion bezeichnet man das Aufsteigen von kleinen Warmluftblasen bis hin zum Auftürmen von Gewitterwolken.

Die Konvektion verursacht eine gute Durchmischung der Luft.

Langwellige Strahlung

Die Erdoberfläche strahlt ständig im infraroten (langwelligen) Bereich Energie in den Weltraum, ein Teil wird von Wolken oder anderen Bestandteilen in der Atmosphäre reflektiert, vor allem vom Kohlendioxid.

Nebel

Wird die horizontale Sichtweite durch kleine Wassertröpfchen, die in der Luft schweben (wie in der Wolke), auf weniger als 1 km herabgesetzt, spricht man von Nebel.

Rauhigkeit

Sie ist ein Maß für die Unebenheiten des Geländes und die Zahl und Größe der Hindernisse, die sich dem Wind entgegenstellen. Für Berechnungen wird der Rauigkeitsparameter eingesetzt, der z.B. über dem Festland doppelt so groß ist als über den Ozeanen.

Relative Luftfeuchte

Sie ist das prozentuale Verhältnis vom tatsächlich vorhandenen Dampfdruck zum maximal möglichen Dampfdruck bei gegebener Temperatur.

Stabile Schichtung

Die Abnahme der Lufttemperatur mit der Höhe ist so gering, daß Vertikalbewegungen nicht mehr stattfinden können. Einen Sonderfall besonders stabiler Schichtung ist die **Inversion**, bei der die Temperatur mit der Höhe sogar zunimmt.

Auswirkungen der stabilen Schichtung können Anreicherungen von Schadstoffen in der bodennahen Atmosphäre sein.

Strahlungsnacht

Damit wird eine Nacht bezeichnet, in der die Eigenschaften der bodennahen Luft durch den Wärmehaushalt der Erdoberfläche geprägt werden. Voraussetzungen dafür sind

- eine gradientschwache Lage
- geringe oder keine Bewölkung

Strahlungstage

Die Bedingungen für eine Strahlungsnacht müssen auch tagsüber anhalten.

Thermischer Wirkungskomplex

Darunter versteht man die Bedingungen der Wärmeabgabe des menschlichen Körpers in Abhängigkeit von den meteorologischen Gegebenheiten wie Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit sowie kurz- und langwelliger Strahlung. Bei Behinderung der Wärmeabgabe trotz angepaßter Kleidung tritt Wärmebelastung ein, bei starkem Wärmeentzug Kältereiz.

Thermohygrograph

Das Gerät zeichnet auf einer gemeinsamen Registriertrommel gleichzeitig Temperatur und Relative Feuchte auf.

Zur Temperaturmessung wird der unterschiedliche Ausdehnungskoeffizient zweier Metalle genutzt, für die Feuchtemessung die Längenänderung menschlicher Haare in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt der Luft.

Verdunstung

Den Übergang vom flüssigen Wasser zum Wasserdampf nennt man Verdunstung; dieser Übergang vollzieht sich unterhalb des Siedepunktes. Die zum Verdunstungsvorgang benötigte Wärme wird der Flüssigkeit selbst und der Umgebung entzogen.

Man unterscheidet zwischen der Evaporation (Verdunstung von leblosen Oberflächen, z.B. Boden, Wasserfläche) und der Transpiration (Verdunstung von lebenden Objekten, z.B. Pflanzen). Sind beide gleichzeitig vorhanden, spricht man von Evapotranspiration.

Wärmebelastung

Wenn trotz angepaßtem Verhalten die thermische Belastungsgrenze des Körpers überschritten wird und die körpereigene Thermoregulation nicht mehr ausreicht, spricht man von Wärmebelastung. Damit ist hauptsächlich das subjektive menschliche Empfinden der "Schwüle" bei höheren Temperaturen und gleichzeitig hoher Luftfeuchte gemeint.

Wasserdampf

ist das in der Atmosphäre in gasförmigem Zustand enthaltene Wasser. Das Wasserdampfgas ist unsichtbar und wird erst durch Kondensation an in der Luft vorhandenen Aerosolen als Dunst, Nebel oder Wolke sichtbar.

Windgeschwindigkeit

Sie beschreibt die atmosphärische Strömung und wird in unterschiedlichen physikalischen Einheiten gemessen, und zwar entweder in Metern pro Sekunde (ms^{-1} , wie im vorliegenden Gutachten) oder in Knoten (Kn).

Windstille

Die Datenaufnahme der elektronischen Meßgeräte ermöglicht zwar die Erfassung von Stundenmitteln von 0.1 ms^{-1} , bei der Auswertung (Windrosen) werden jedoch nach der Definition Geschwindigkeiten unter 0.5 ms^{-1} als Windstille bewertet.

9. Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

Tab. 1	Langjährige Werte von 1951 - 1980
Tab. 2	Korrelation der Stationen 02 und 03
Tab. 3	Korrelation der Stationen 01 und 02
Tab. 4	Korrelation der Stationen 01 und 03
Abb. 1	Lageplan
Abb. 2	Lageplan der Meßstationen
Abb. 3	Windrose Germering 03, Mär 97 - Mai 98, 01 - 24 Uhr
Abb. 4	Windrose Germering 02, Mär 97 - Mai 98, 01 - 24 Uhr
Abb. 5	Windrose Germering 01, Mär 97 - Mai 98, 01 - 24 Uhr
Abb. 6	Windrose Germering 03, Mär 97 - Mai 98, 07 - 18 Uhr
Abb. 7	Windrose Germering 03, Mär 97 - Mai 98, 19 - 06 Uhr
Abb. 8	Windrose Germering 02, Mär 97 - Mai 98, 07 - 18 Uhr
Abb. 9	Windrose Germering 02, Mär 97 - Mai 98, 19 - 06 Uhr
Abb. 10	Windrose Germering 01, Mär 97 - Mai 98, 07 - 18 Uhr
Abb. 11	Windrose Germering 01, Mär 97 - Mai 98, 19 - 06 Uhr
Abb. 12	Windrose Germering 03, Einzeltage Mär 97 - Mai 98, 01 - 24 Uhr
Abb. 13	Windrose Germering 02, Einzeltage Mär 97 - Mai 98, 01 - 24 Uhr
Abb. 14	Windrose Germering 01, Einzeltage Mär 97 - Mai 98, 01 - 24 Uhr
Abb. 15	Windrose Germering 03, Einzeltage Mär 97 - Mai 98, 07 - 18 Uhr
Abb. 16	Windrose Germering 03, Einzeltage Mär 97 - Mai 98, 19 - 06 Uhr
Abb. 17	Windrose Germering 02, Einzeltage Mär 97 - Mai 98, 07 - 18 Uhr
Abb. 18	Windrose Germering 02, Einzeltage Mär 97 - Mai 98, 19 - 06 Uhr
Abb. 19	Windrose Germering 01, Einzeltage Mär 97 - Mai 98, 07 - 18 Uhr
Abb. 20	Windrose Germering 01, Einzeltage Mär 97 - Mai 98, 19 - 06 Uhr
Abb. 21	Windtafel

Tab. 1
Langjährige Werte von 1951 bis 1980

Klimadaten im Raum Germering

	Mitteltemperatur (in °C)	Sommertage	Heiße Tage	Frosttage	Eistage	Rel. Feuchte (in %)	Nieder- schlag (in l/m²)	Zahl d. Tage mit RR > 10 mm	Zahl d. Tage mit Gewitter	Zahl d. Tage mit Nebel	Sonnenschein- dauer (in Std)
Jan	-1,7			24,7	12,6	86	59	1,4	0,1	5,1	57
Feb	-0,3			20,5	8,1	83	54	1,2	0,1	4,9	79
Mär	3,4			15,3	2,5	76	51	1,4	0,4	3,1	131
Apr	7,5	0,2		5,9	0,1	72	59	1,9	1,4	1,1	169
Mai	11,9	1,7		0,5		72	108	3,4	4,6	1,2	204
Jun	15,4	5,7	0,2			72	125	4,2	6,5	0,5	219
Jul	17,2	9,3	1,4			72	135	4,1	5,9	0,5	235
Aug	16,6	8,0	1,1			74	98	3,4	5,3	1,9	218
Sep	13,5	2,7	0,1	0,1		77	84	2,1	2,0	4,5	175
Okt	8,3	0,2		3,5		82	63	1,9	0,3	8,4	126
Nov	3,1			12,4	3,2	86	54	1,7	0,2	6,5	60
Dez	-0,5			22,0	10,8	86	48	1,1	0,1	6,6	52
Mittel	7,9	27,8	2,8	104,9	37,3	78	938	27,8	26,9	44,3	1724

Tab. 2

KORRELATION ZWEIER WINDSTATIONEN (WINDRICHTUNG IN DEKAGRAD)
 PROJEKT GERMERING - STATION 02 UND 03
 ZUGRUNDE LIEGEN ALLE TAGE VOM 01.03.97 BIS 31.05.98
 RELATIVE HAEUFIGKEITEN IN PROMILLE - ZAHL DER WERTE: 9717 STUNDENMITTEL

STAT.02	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	V/C		
STAT.03																																							
1	2	2	0	.	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	2	3	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	2	4	7	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	1	1	4	6	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	1	1	1	2	5	8	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	1	1	2	8	7	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	1	5	9	7	3	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	1	0	2	5	9	5	3	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	.	.	0	.	0	0	1	5	8	5	3	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	.	.	.	0	0	.	0	0	2	3	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	.	.	0	.	.	0	.	.	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	.	0	.	.	.	0	.	.	0	0	.	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	0	.	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	0	.	.	.	.	.	.	.	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	0	.	0	.	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0	1	2	2	1	1	1	1	1	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	3	3	2	1	1	1	0	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	0	2	3	4	5	3	2	1	1	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0	0	1	3	8	13	7	5	3	1	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	2	5	13	14	5	4	1	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
23	0	.	.	.	0	0	0	1	3	8	10	16	6	1	0
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0	0	1	3	7	13	21	5	.	.	0	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
25	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	0	.	0	0	0	1	3	5	9	22	36	2	0	.	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0	0	1	2	2	4	7	34	27	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0	1	0	1	2	3	4	10	36	1	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	2	2	2	5	24	1	1	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
29	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0	1	1	1	1	2	3	16	3	2	1	0	0	1	.	0	.	.	.	.	.	.
30	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	1	0	1	1	1	2	1	5	3	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
31	.	0	0	.	0	.	.	.	.	.	.	.	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	0	0	0	0	
32	0	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	0	0	0	0	
33	0	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	2	4	1	1	0	0	0	0	0	
34	1	0	0	0	.	.	.	.	.	0	.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	2	4	3	1	1	0	0		
35	1	.	0	.	.	.	0	.	.	.	.	.	0	0	.	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	5	3	2	0	0	0	0	
36	1	0	0	.	.	.	0	.	.	.	.	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V/C	0	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tab. 3

KORRELATION ZWEIER WINDSTATIONEN (WINDRICHTUNG IN DEKAGRAD)

PROJEKT GERMERING - STATION 01 UND 02

ZUGRUNDE LIEGEN ALLE TAGE VOM 01.03.97 BIS 31.05.98

RELATIVE HAEUFIGKEITEN IN PROMILLE - ZAHL DER WERTE: 9894 STUNDENMITTEL

STAT.01	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	V/C																					
STAT.02																																																										
1	2	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	2	6	3	0																	
2	2	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	4	2	0																
3	2	1	1	1	1	2	2	3	2	1	0	0	0	.	0	2	2	0															
4	1	0	1	2	1	1	3	4	3	1	0	0	0	0	.	0	.	1	0	.														
5	0	0	0	0	1	1	3	5	3	2	0	0	0	0	0	0	.														
6	0	0	0	0	0	0	1	6	10	7	2	0	0	0	0	.														
7	.	.	.	0	.	.	0	2	9	12	5	1	0	0	0	0	.														
8	0	3	15	6	1	1	0	.	0													
9	0	0	1	8	8	2	1	0	0	.												
10	.	.	0	.	0	0	.	0	3	5	4	2	0	.	0	.	0	.	0	.	0	.	0	0	.	0	.														
11	0	1	1	4	3	1	0	0	0	.	.													
12	0	0	1	2	2	1	0	.	0													
13	.	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	.	0													
14	0	0	1	0	1	3	1	0	0	0	.												
15	0	0	.	0	0	1	2	2	0	0	0	0	.	.												
16	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	.	0	0	0	0	.	0											
17	.	.	0	.	.	.	0	0	1	0	1	1	1	2	1	1	.	0	.	0	0	.	0	.												
18	0	0	0	1	.	0	0	1	1	3	3	2	1	.	0	0	0	0	.	0	.	.	0	.	.	0	0	0	.	.												
19	.	.	0	.	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	4	5	2	1	1	0	0	0	.	0	0	.	0	.	.	0	.	.	0	0	.	0	.	0	0	.	0	0	.	0													
20	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	3	5	10	3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	.	0	0	1	1	0	1	.	0	1	1	0	1														
21	.	0	0	.	0	.	0	0	1	1	1	1	1	2	2	4	6	13	6	4	4	3	3	3	3	3	1	0	0	.	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2														
22	0	.	.	0	0	.	0	1	1	1	2	2	2	2	5	6	7	4	3	3	4	5	7	3	3	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2																
23	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	2	3	1	3	2	4	5	3	2	1	2	2	5	13	10	5	4	2	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1															
24	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2	3	2	3	3	5	3	2	1	1	0	1	1	4	13	21	7	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	3																	
25	0	.	.	0	0	0	1	.	1	1	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14	39	24	8	4	2	1	1	1	1	1	1	0	1																		
26	.	.	0	.	0	0	0	0	.	0	0	0	0	.	0	0	.	0	0	0	1	7	31	42	21	8	2	1	1	1	0	1	
27	0	0	.	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	.	0						
28	.	.	.	0	.	.	.	0	0	0					
29	0	.	0	.	.	.	0	0	0	0	.	0	0				
30	0	.	0	.	0	0				
31	0	0	0			
32	.	0	0	0	0	.	0	.	0	0	.	0			
33	.	0	0	0	0	0	.	0	0	.	0	.	0		
34	.	0	0	0	0	.	0	.	0	.	0	.	0	
35	0	0	0	0	0	.	0	0	.	0	.	0	
36	1	1	1	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	.	0		
V/C

Tab. 4

KORRELATION ZWEIER WINDSTATIONEN (WINDRICHTUNG IN DEKAGRAD)

PROJEKT GERMERING - STATION 01 UND 03

ZUGRUNDE LIEGEN ALLE TAGE VOM 01.03.97 BIS 31.05.98

RELATIVE HAEUFIGKEITEN IN PROMILLE - ZAHL DER WERTE: 10079 STUNDENMITTEL

STAT.01	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	V/C			
STAT.03																																								
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	1	0
2	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	2	0
3	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	3	0	
4	2	1	1	1	1	0	1	2	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	
5	2	1	1	1	1	2	2	4	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	
6	1	1	0	1	1	1	4	6	5	2	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	1	0	1	0	0	0	2	6	8	4	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	3	9	8	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	1	7	14	6	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	2	13	7	4	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	8	11	5	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4	6	12	5	2	1	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
22	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	3	7	6	3	5	4	4	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
23	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2	4	2	2	2	3	6	12	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	2	2	1	1	1	1	8	15	13	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	1	2	3	6	22	26	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	4	21	30	10	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	3	15	25	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	15	10	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1			
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	11	6	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	4	2	2	
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	2	2	
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	3	1	
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	7	2	0	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	10	4	1	
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	7	1	
36	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7	1	
V/C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	

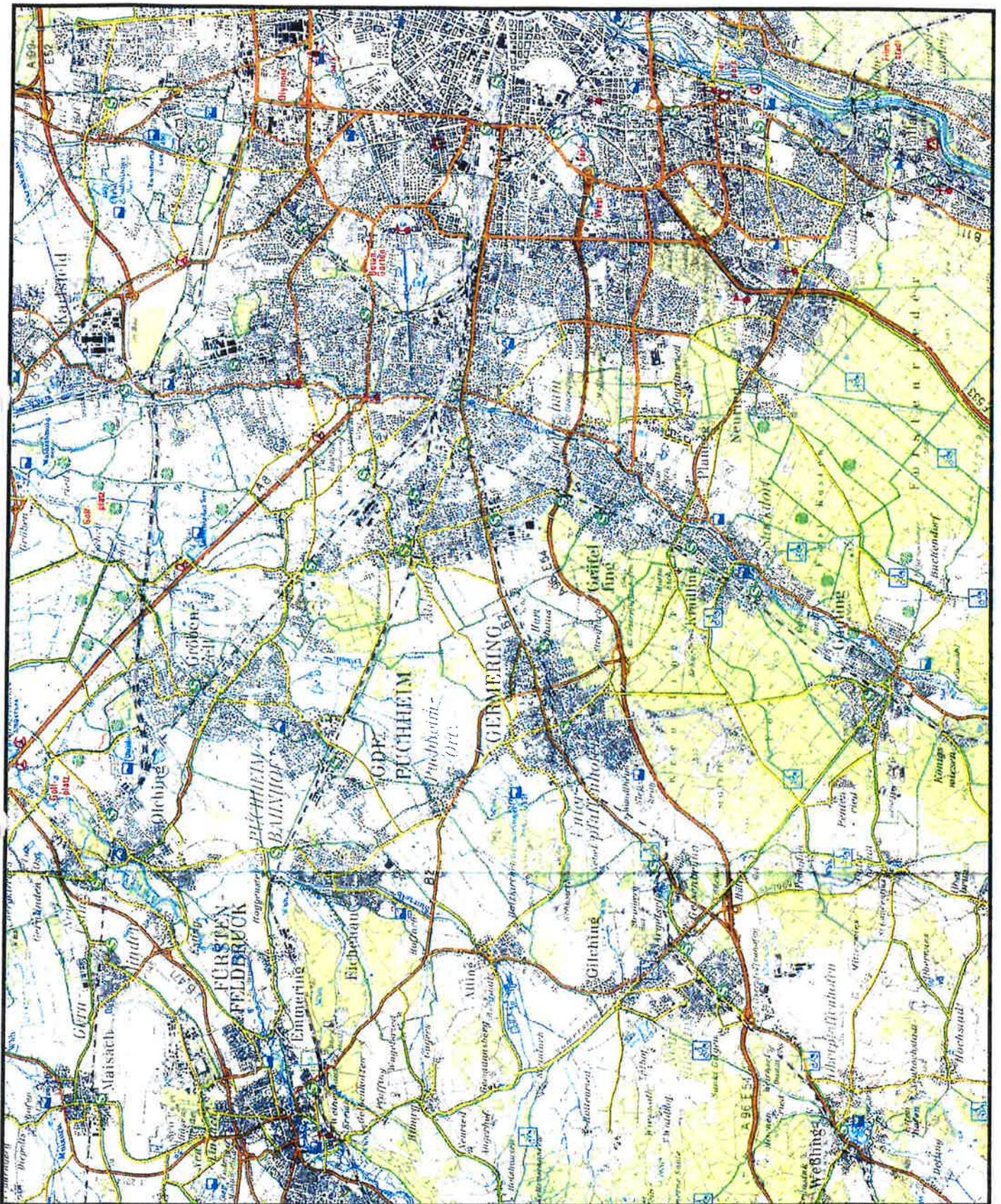


Abb. 1 Lageplan

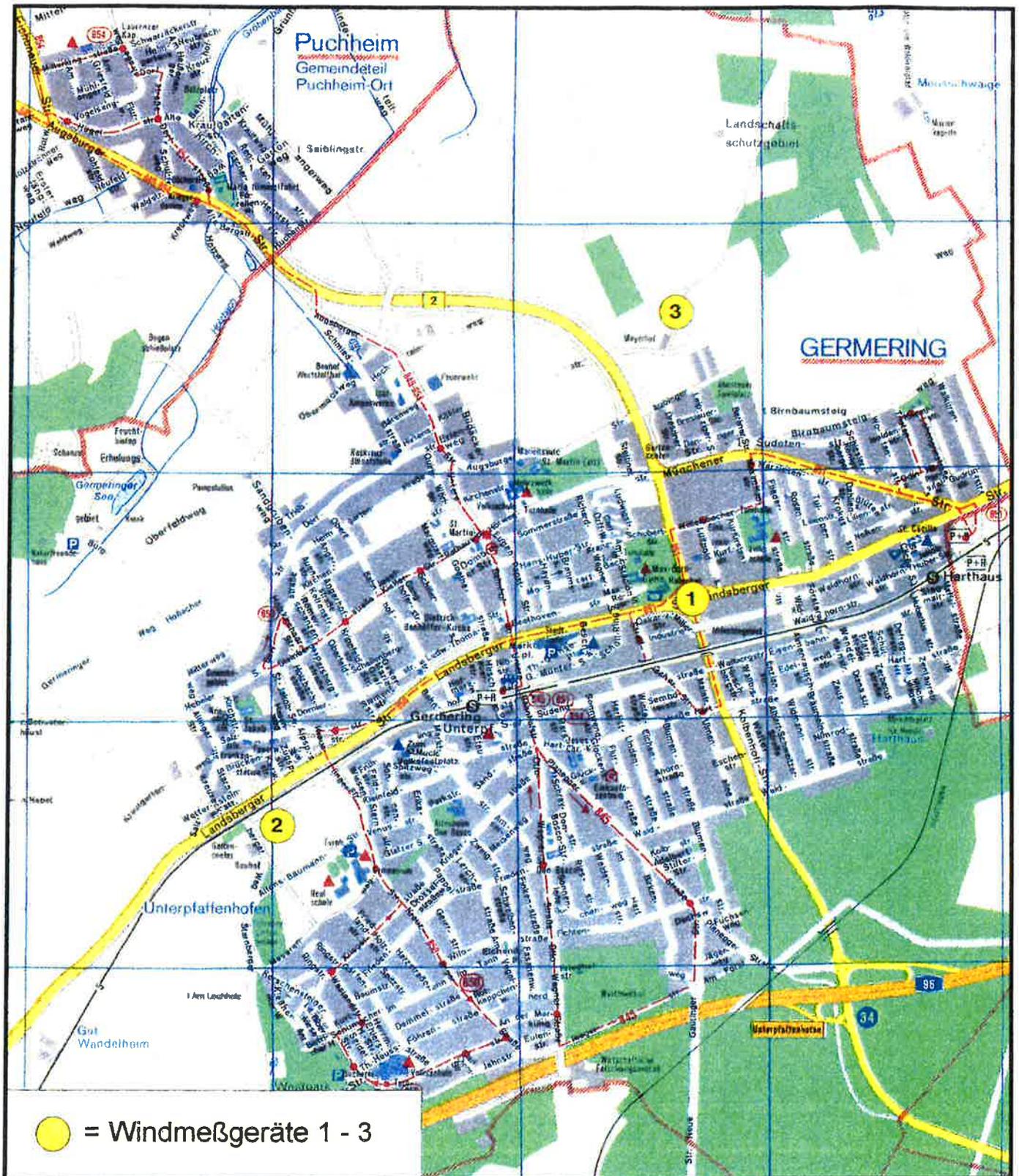


Abb. 2 Lageplan der Meßstationen

Klima- und Umweltberatung, Muenchen

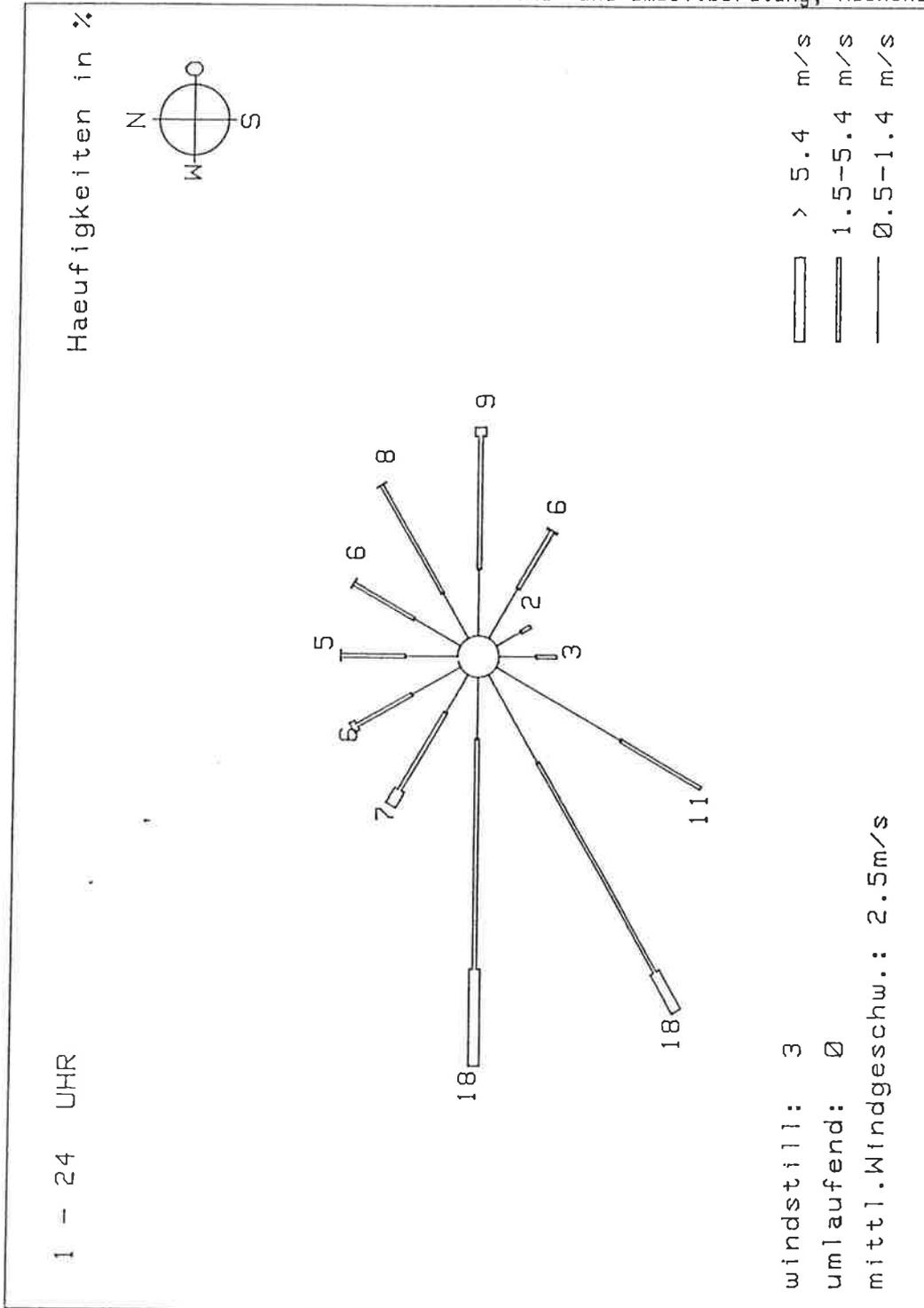


ABB. 03: STÄRKEWINDROSE GERMERING 03 (MAYERHOF)
3/97 BIS 5/98

Klima- und Umweltberatung, Muenchen

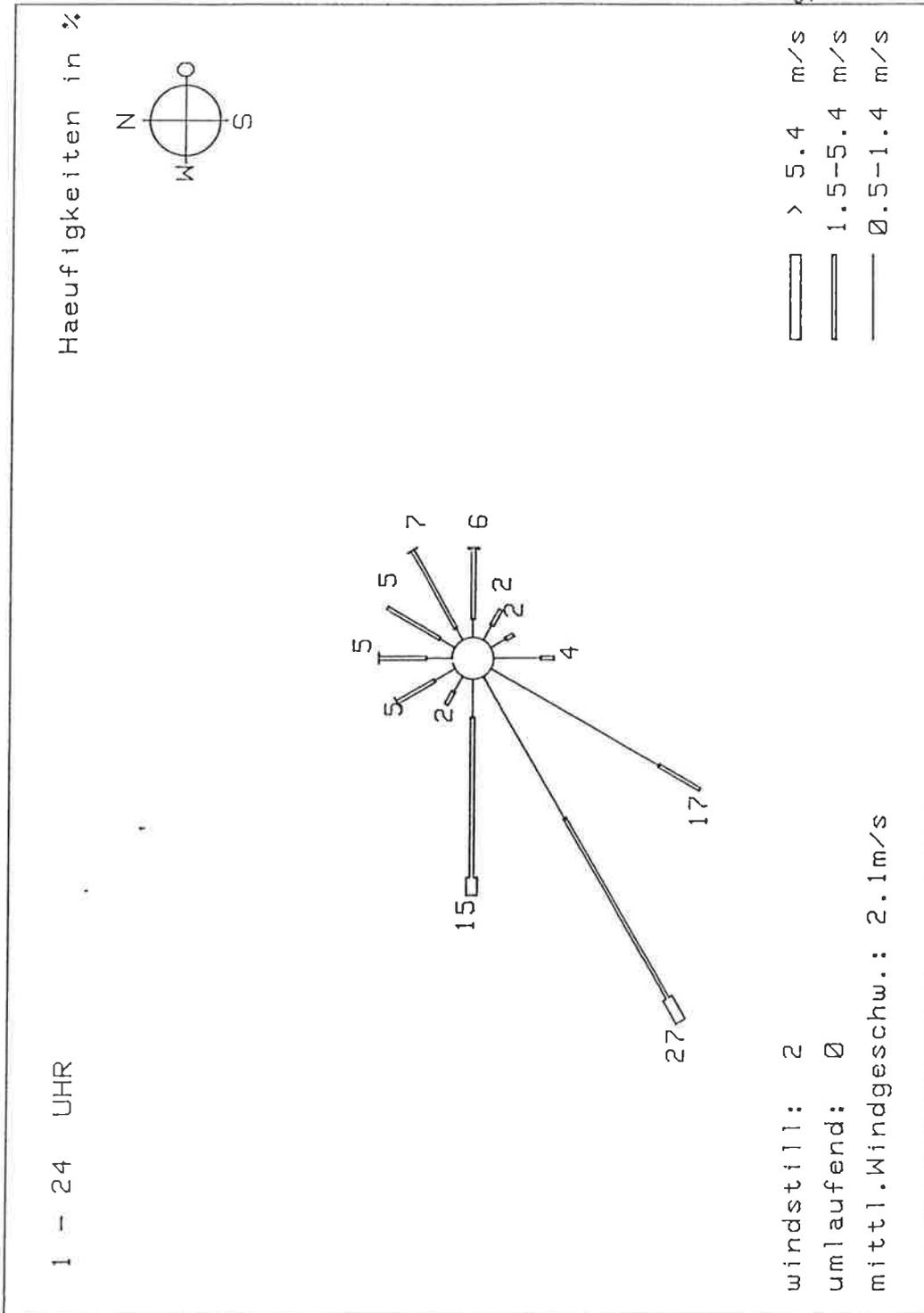


ABB. 04: STÄRKEWINDROSE GERMERING 02 (FEUERWEHR)
 3/97 BIS 5/98

Klima- und Umweltberatung, Muenchen

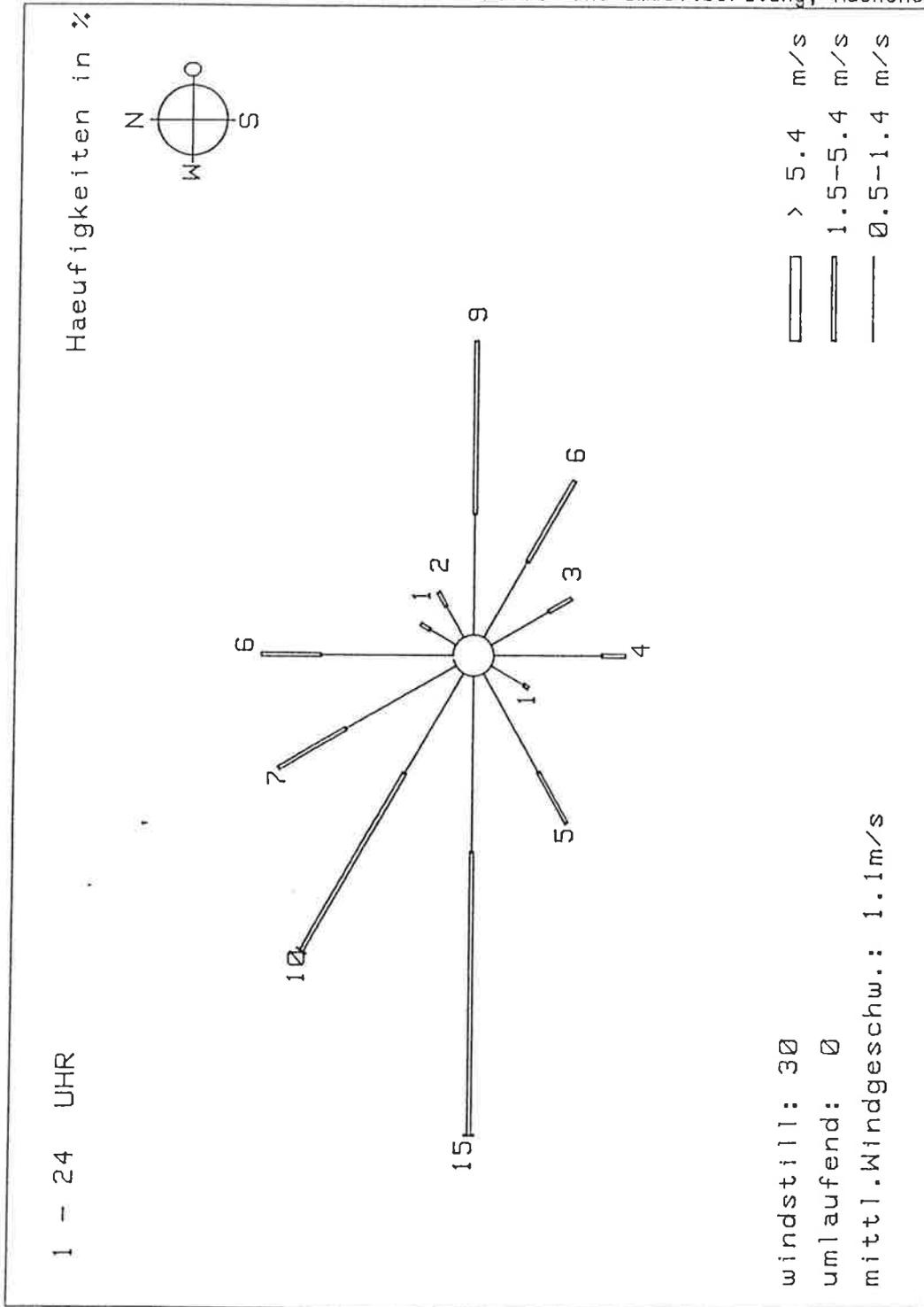


ABB. 05: STÄRKEWINDROSE GERMERING Ø1 (SPANGE)
3/97 BIS 5/98

Klima- und Umweltberatung, Muenchen

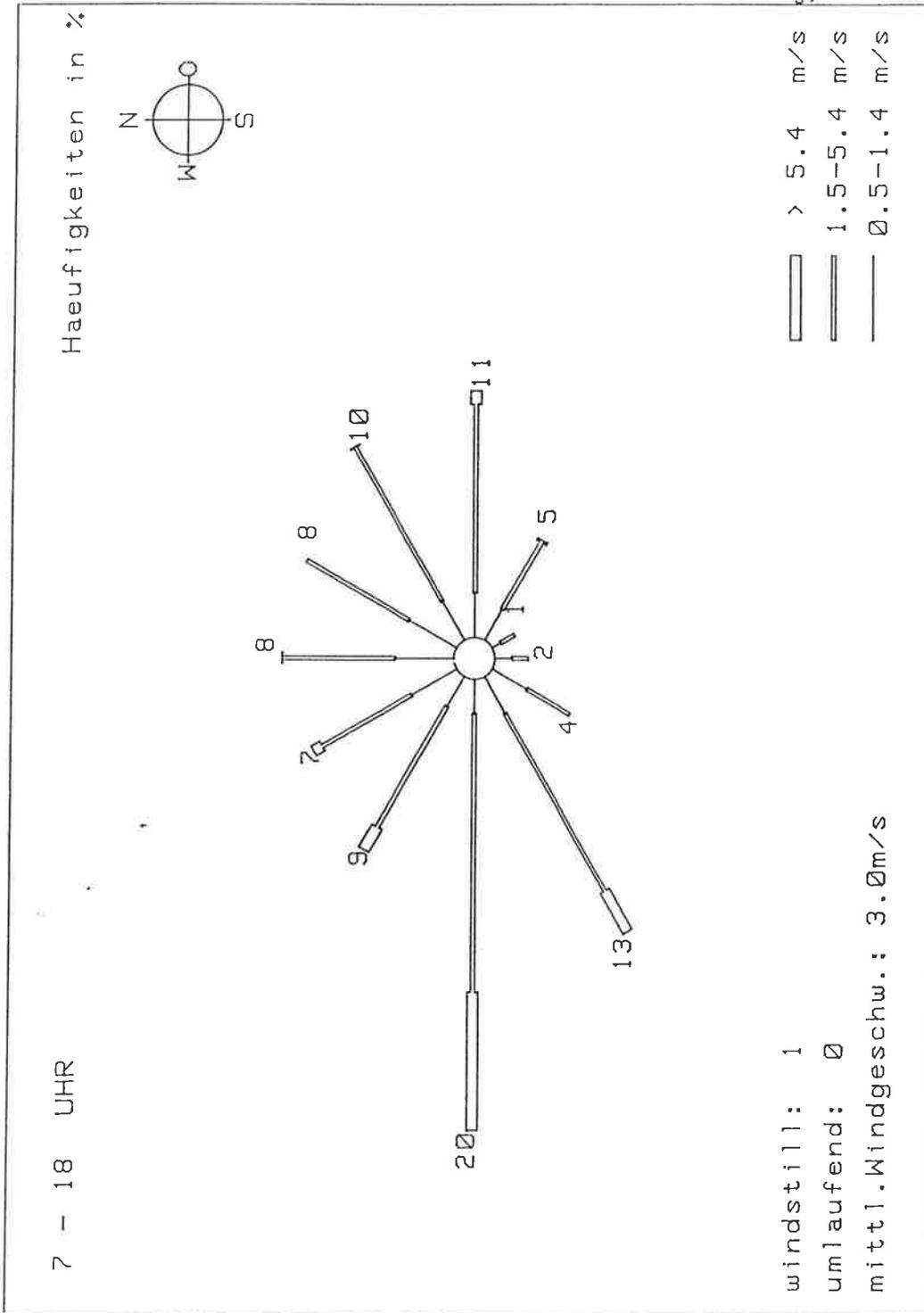


ABB. 06: STÄRKEWINDROSE GERMERING 03 (MAYERHOF)
3/97 BIS 5/98

Klima- und Umweltberatung, Muenchen

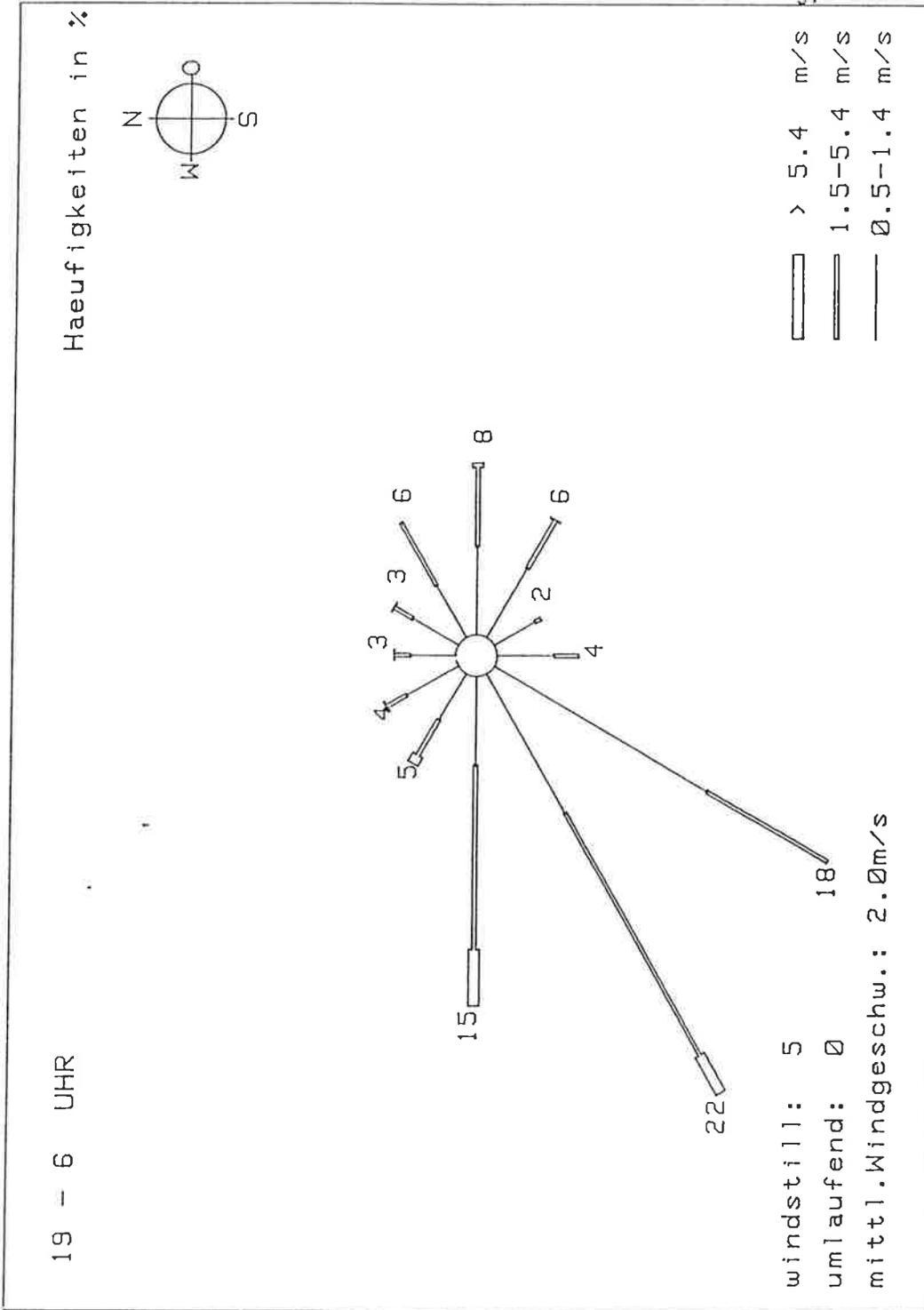


ABB. 07: STÄRKEWINDROSE GERMERING 03 (MAYERHOF)
 3/97 BIS 5/98

Klima- und Umweltberatung, Muenchen

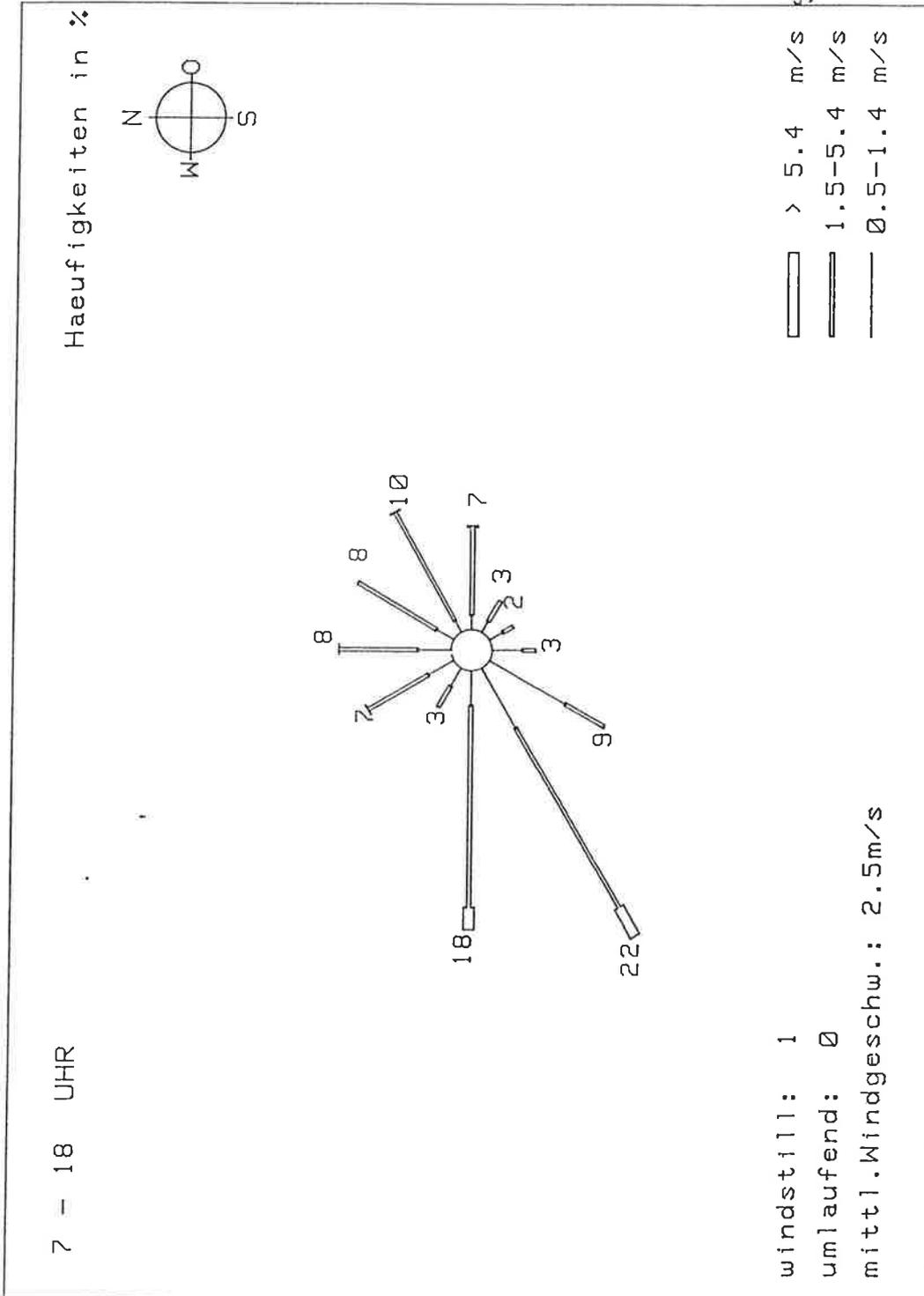


ABB. 08: STÄRKEWINDROSE GERMERING 02 (FEUERWEHR)
 3/97 BIS 5/98

Klima- und Umweltberatung, München

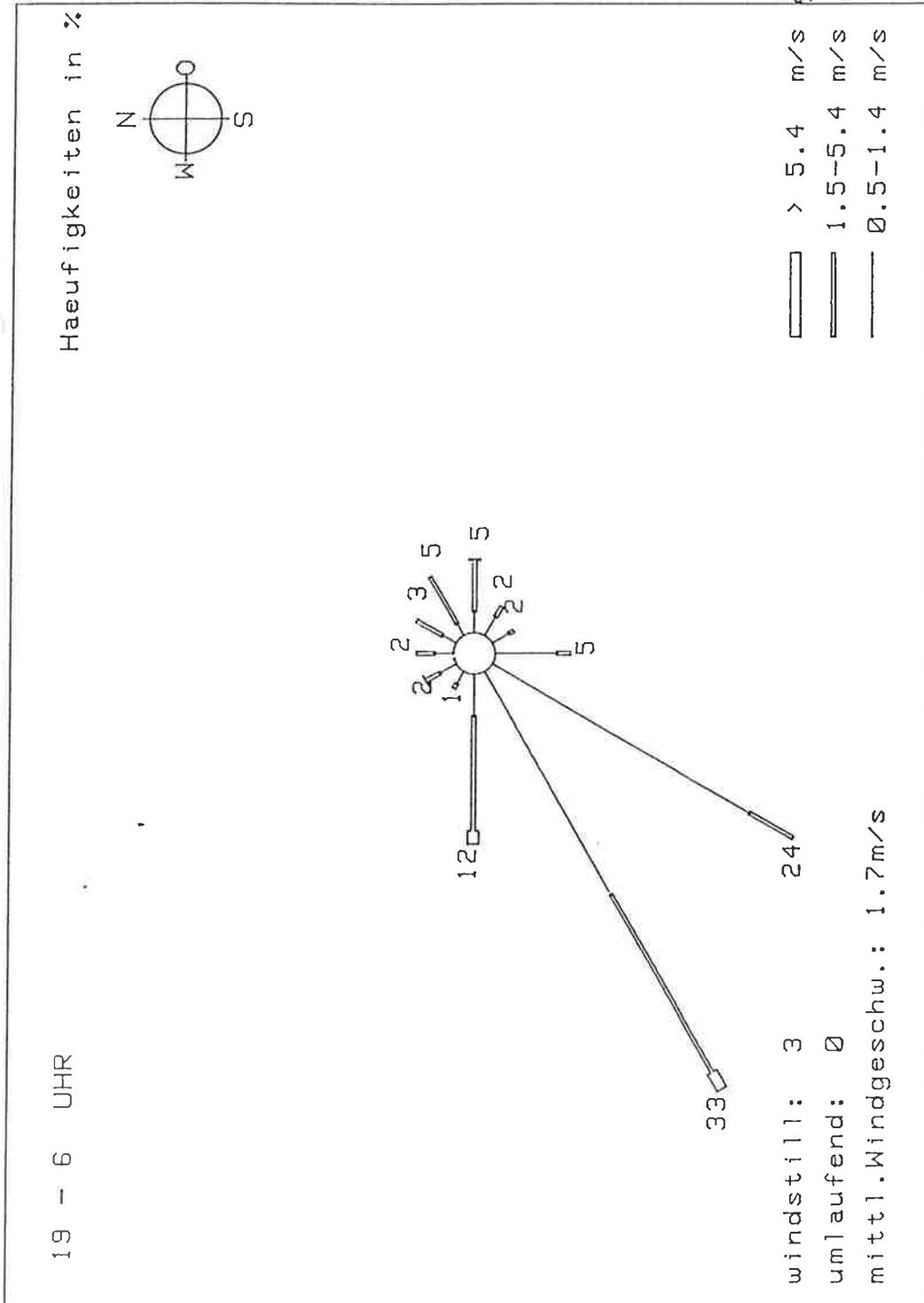


ABB. 09: STÄRKEWINDROSE GERMERING 02 (FEUERWEHR)
 3/97 BIS 5/98

Klima- und Umweltberatung, Muenchen

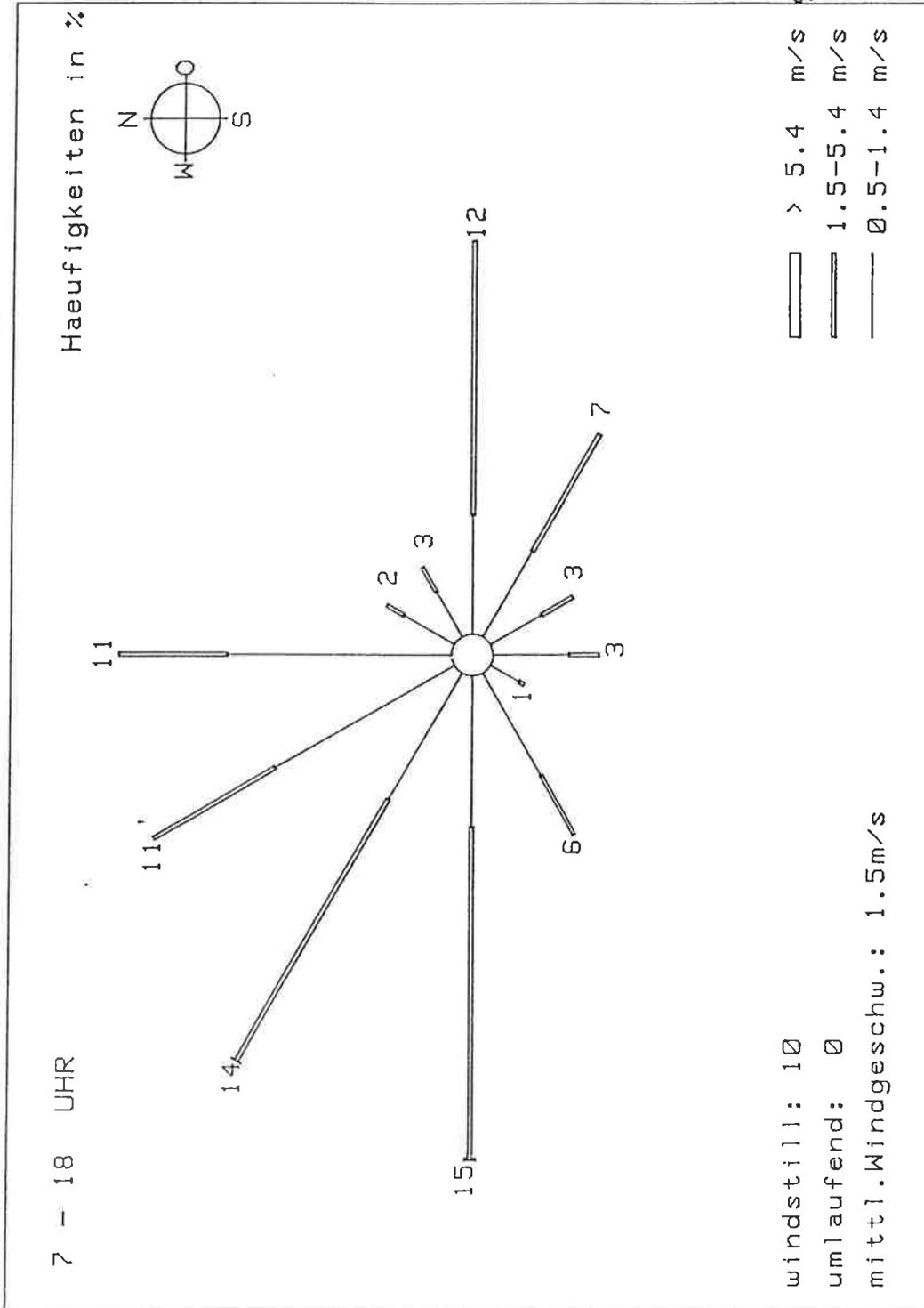


ABB. 10: STÄRKEWINDROSE GERMERING Ø1 (SPANGE)
3/97 BIS 5/98

Klima- und Umweltberatung, Muenchen

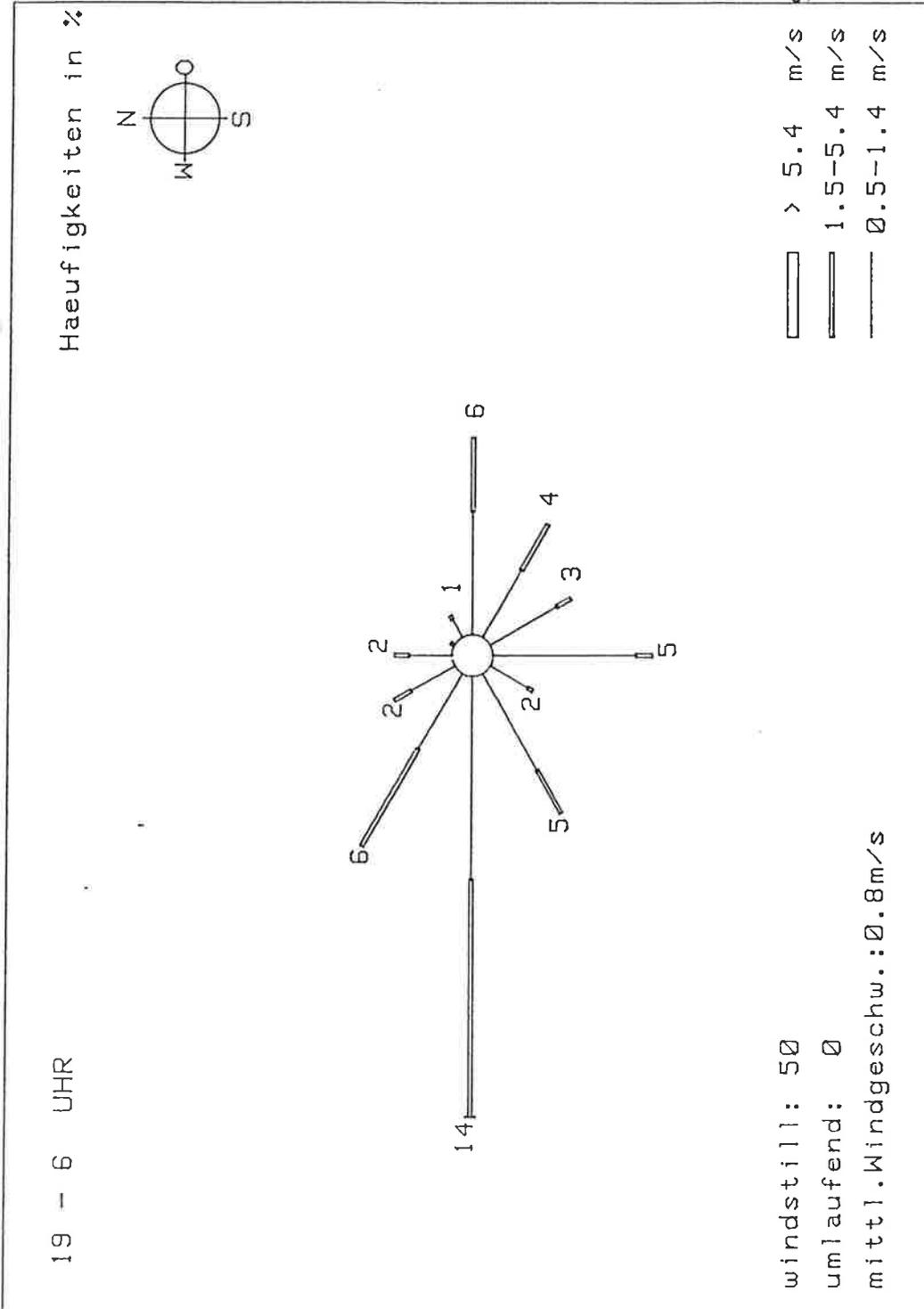


ABB. 11: STÄRKEWINDROSE GERMERING 01 (SPANGE)
 3/97 BIS 5/98

Klima- und Umweltberatung, Muenchen

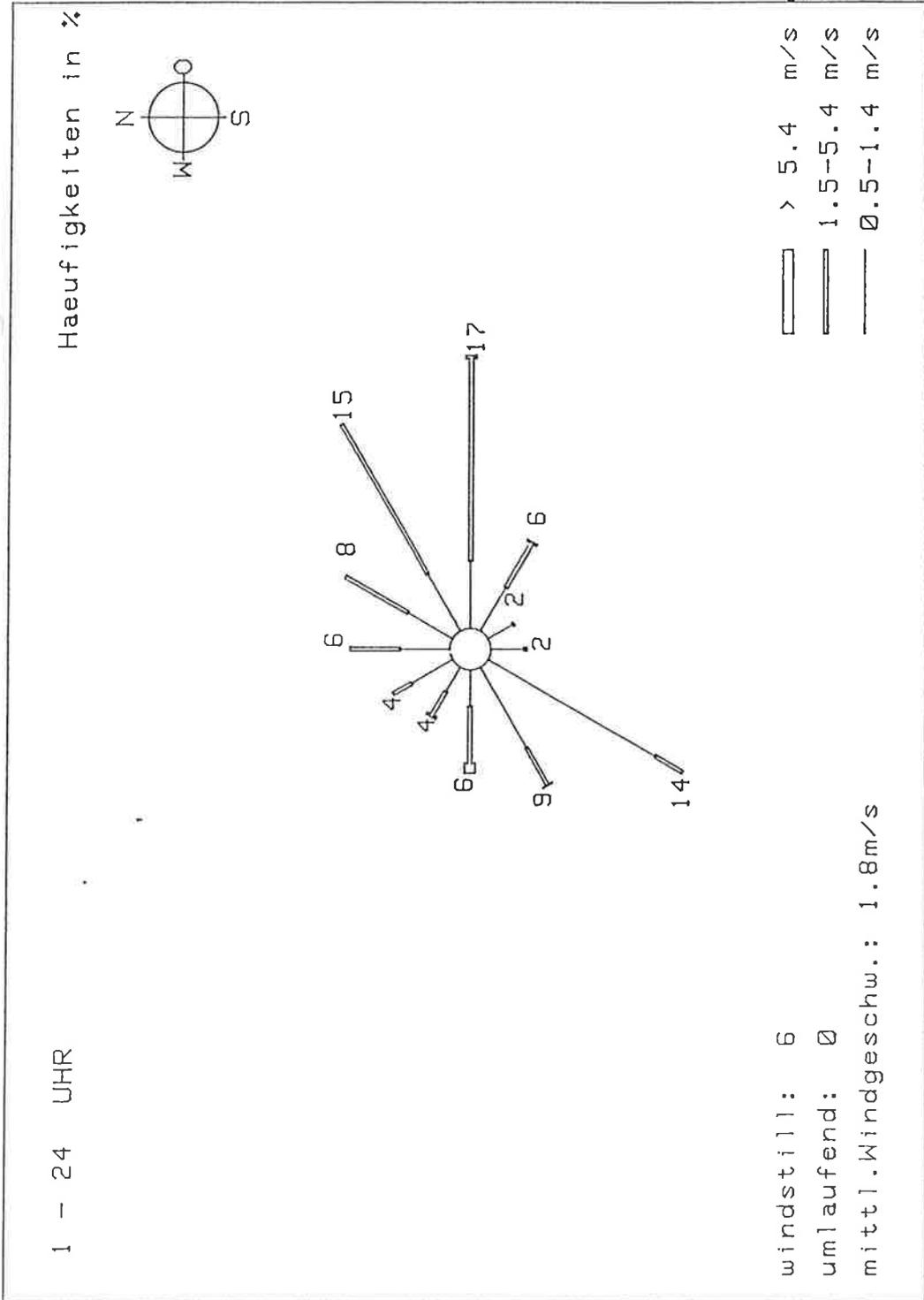


ABB. 12: STÄRKEWINDROSE GERMERING 03 (MAYERHOF)
 zugrunde liegen Einzeltage von 03/97 bis 05/98

Klima- und Umweltberatung, Muenchen

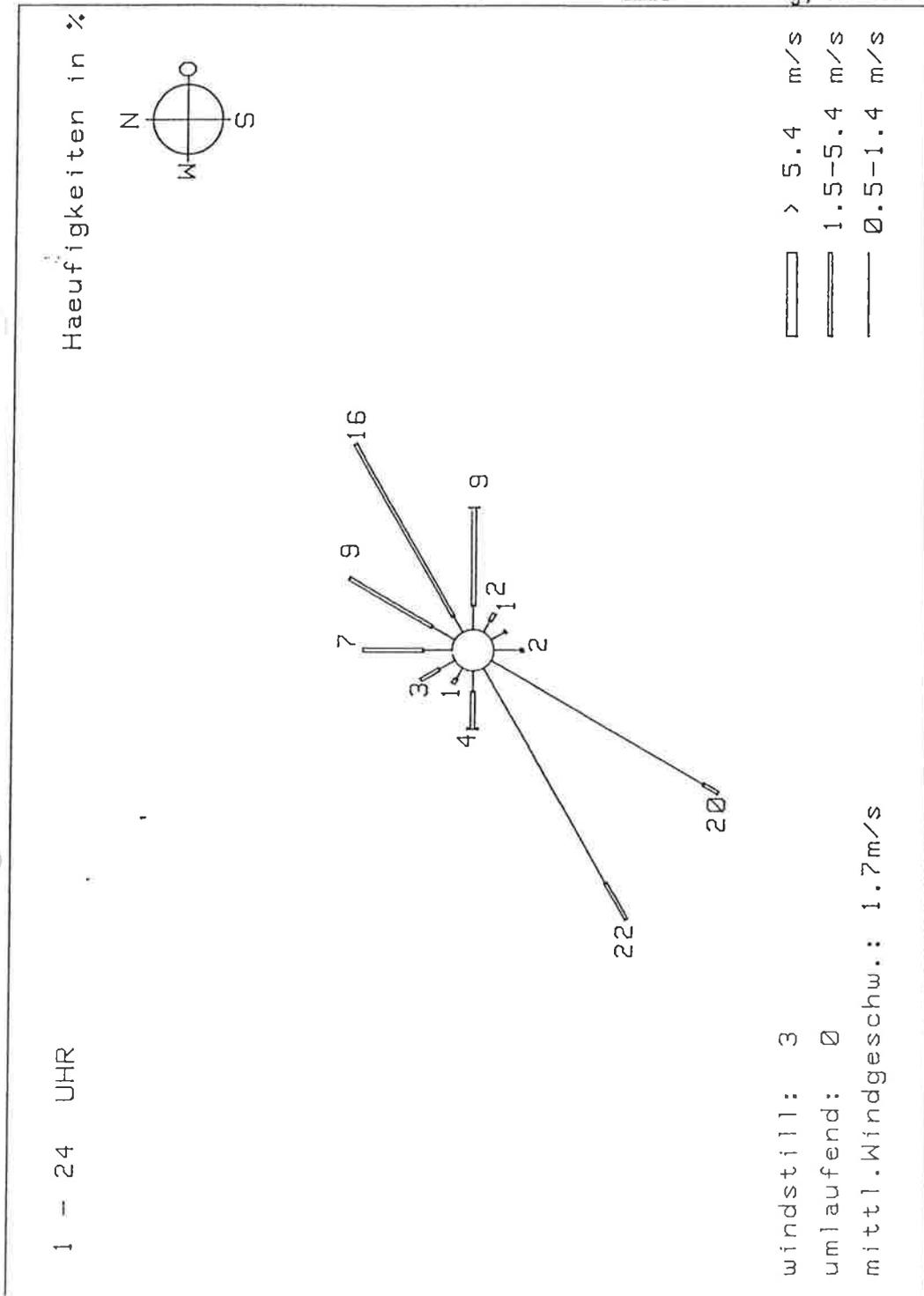


ABB. 13: STÄRKEWINDROSE GERMERING Ø2 (FEUERWEHR)
 zugrunde liegen Einzeltage von 03/97 bis 05/98

Klima- und Umweltberatung, München

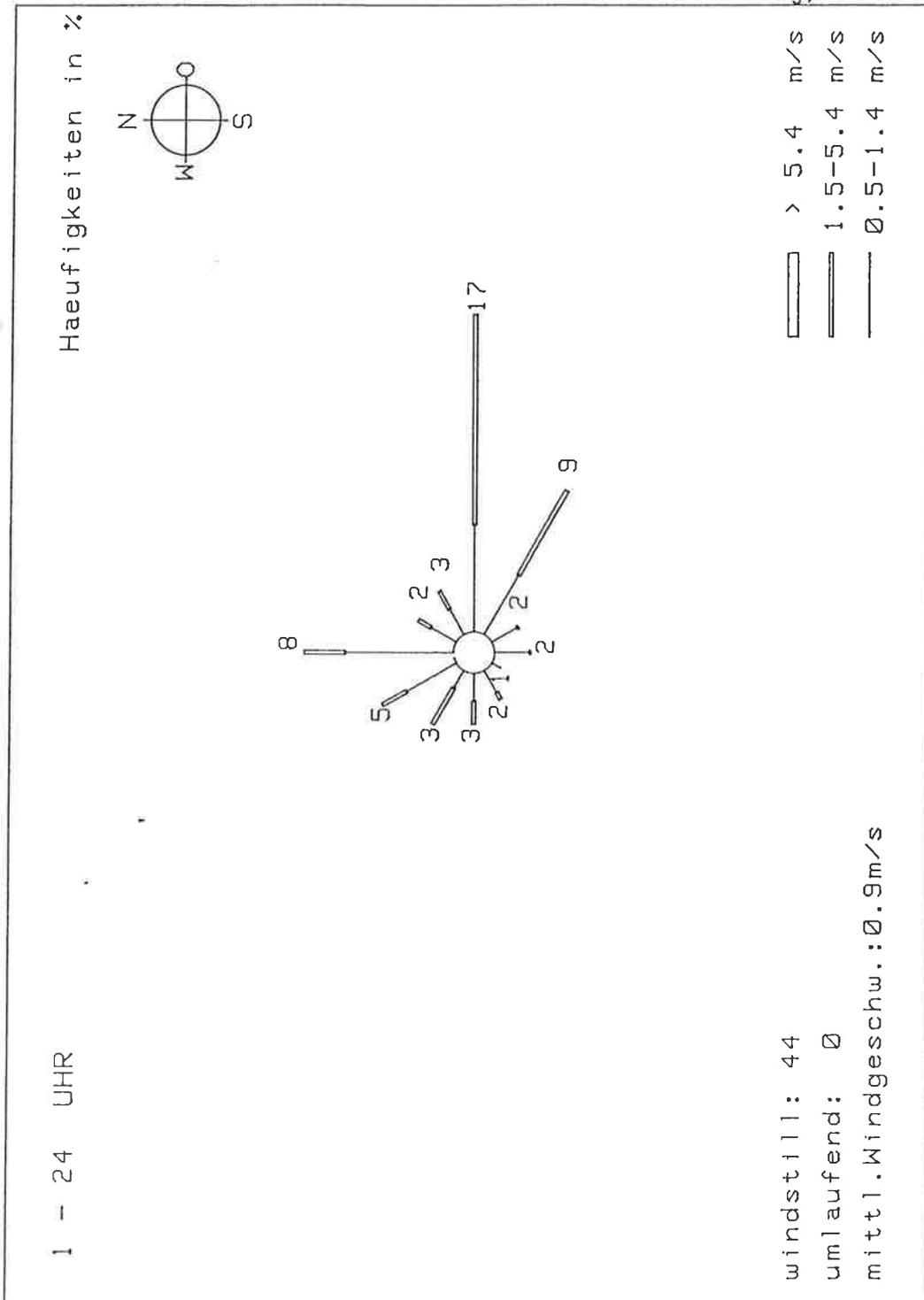


ABB. 14: STÄRKEWINDROSE GERMERING 01 (SPANGE)
 zugrunde liegen Einzeltage von 03/97 bis 05/98

Klima- und Umweltberatung, Muenchen

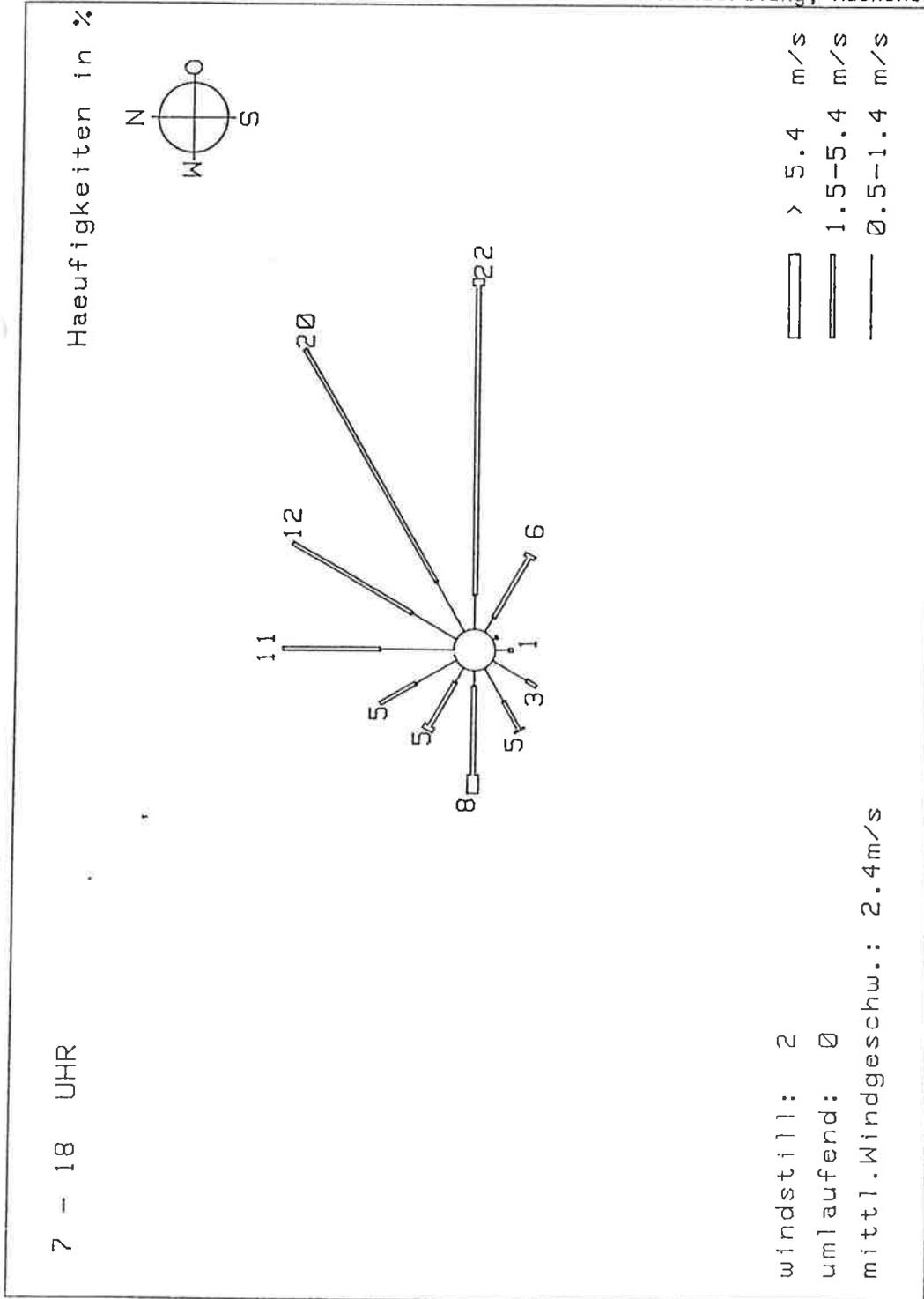


ABB. 15: STÄRKEWINDROSE GERMERING 03 (MAYERHOF)
zugrunde liegen Einzeltage von 03/97 bis 05/98

Klima- und Umweltberatung, Muenchen

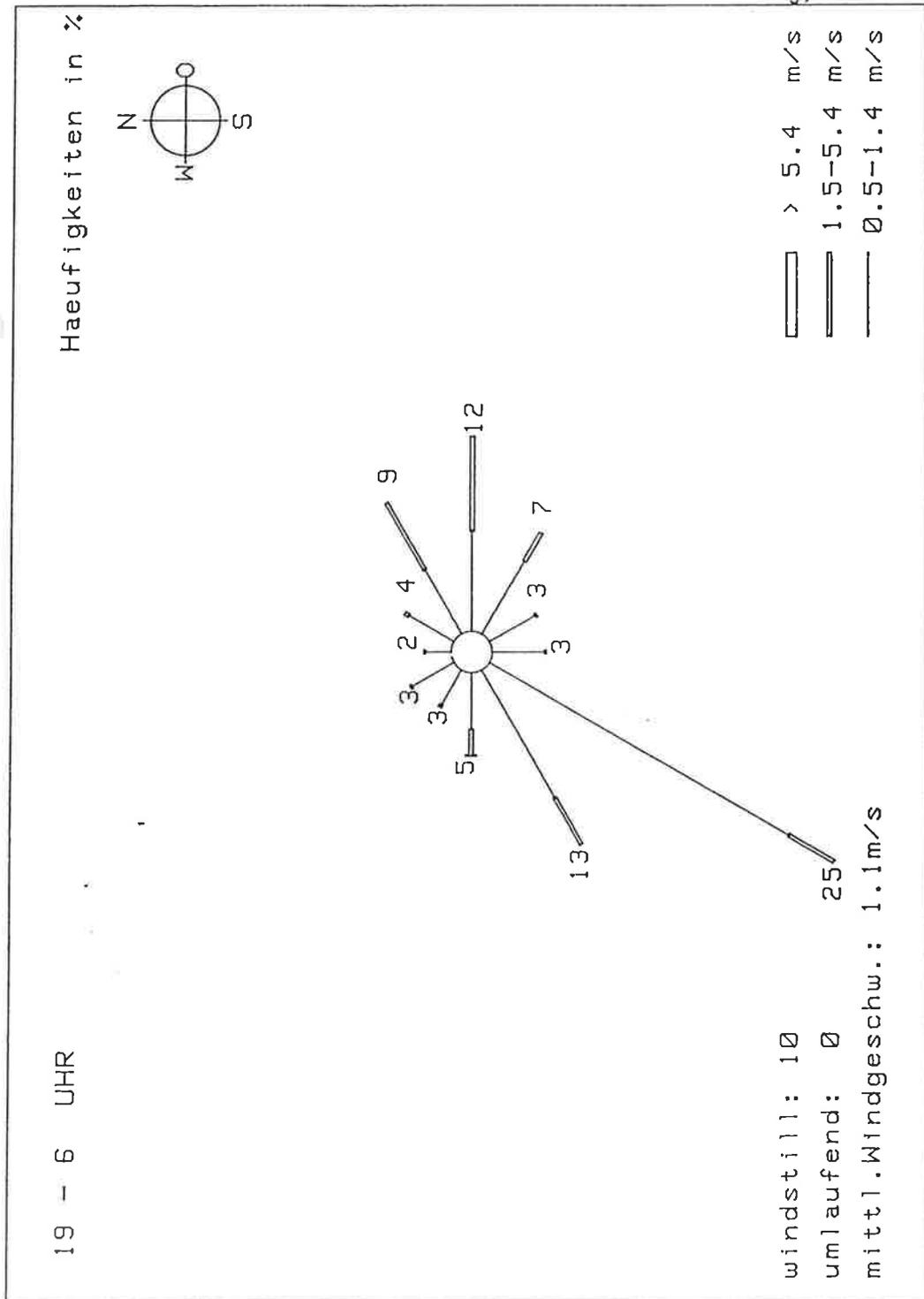


ABB. 16: STÄRKEWINDROSE GERMERING Ø3 (MAYERHOF)
 zugrunde liegen Einzeltage von 03/97 bis 05/98

Klima- und Umweltberatung, Muenchen

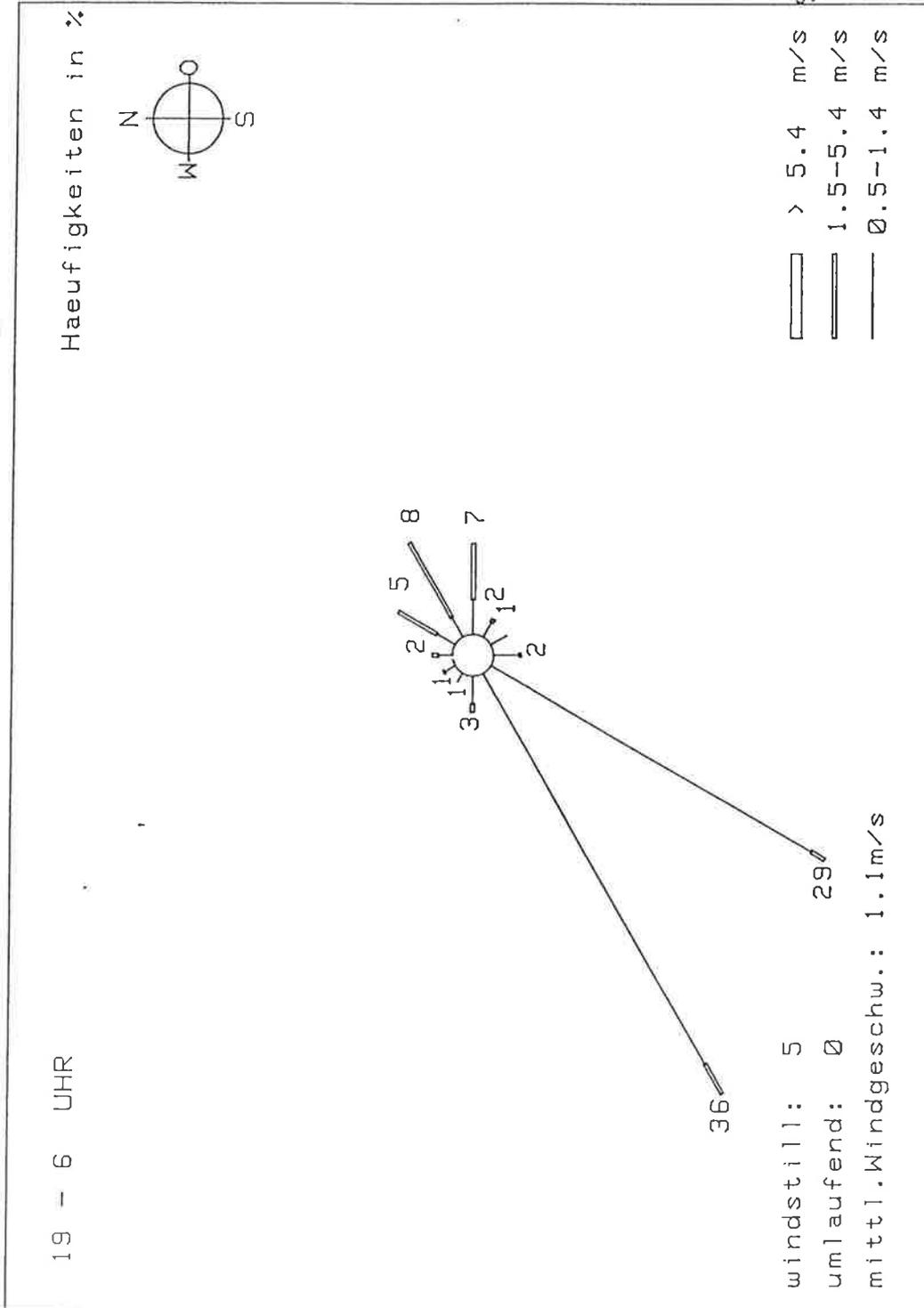


ABB. 18: STÄRKEWINDROSE GERMERING 02 (FEUERWEHR)
 zugrunde liegen Einzeltage von 03/97 bis 05/98

Klima- und Umweltberatung, Muenchen

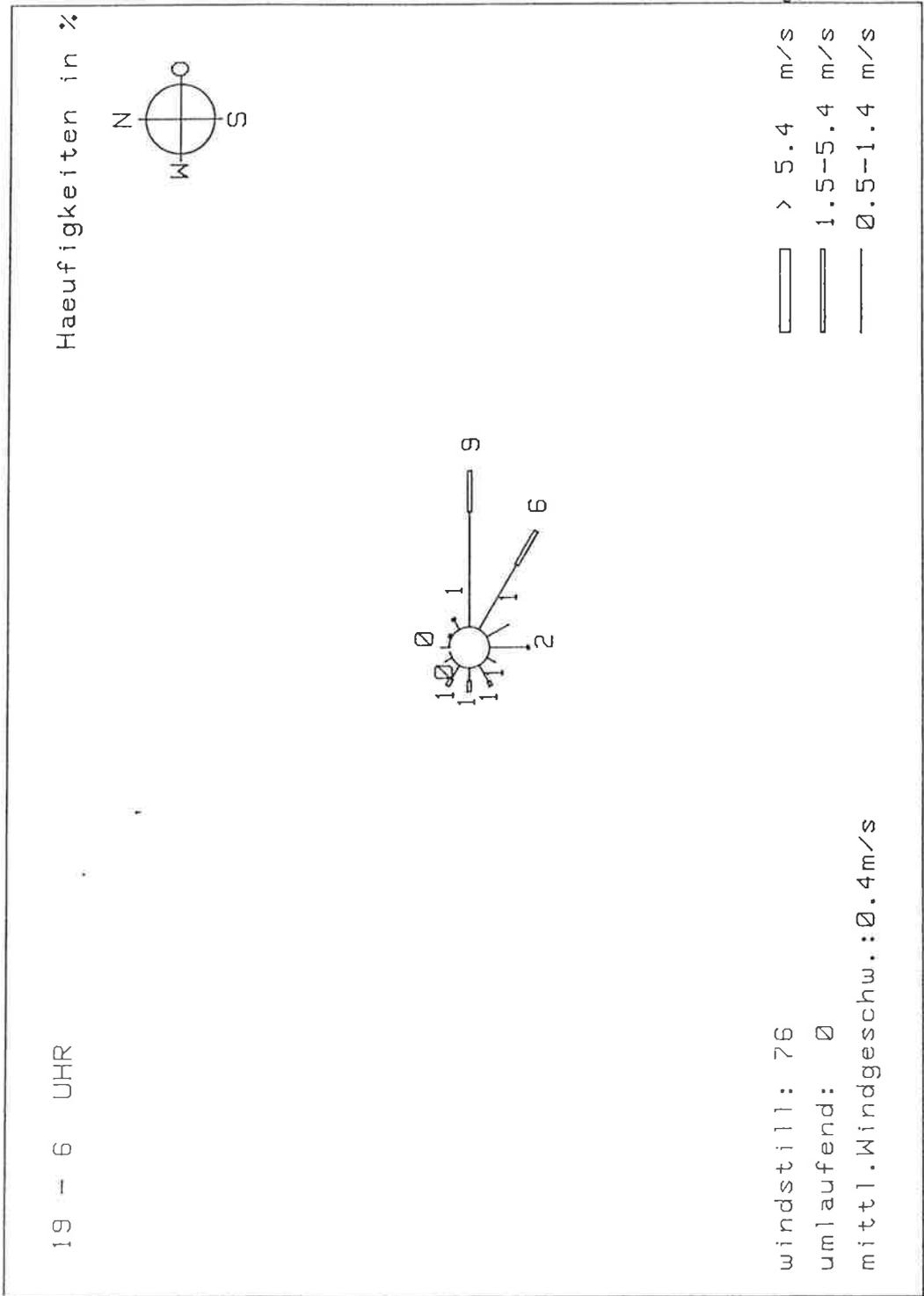


ABB. 20: STÄRKEWINDROSE GERMERING 01 (SPANGE)
zugrunde liegen Einzeltage von 03/97 bis 05/98